

VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent number: JP2001234765

Publication date: 2001-08-31

Inventor: SUZUKI JUNICHI; TACHIBANA YOSUKE; FURUKAWA TOMOYA

Applicant: HONDA MOTOR CO LTD

Classification:


- International: F02D13/02; F01L1/34; F01L1/46; F02D41/04; F02D45/00

- european:

Application number: JP20000043384 20000221

Priority number(s):

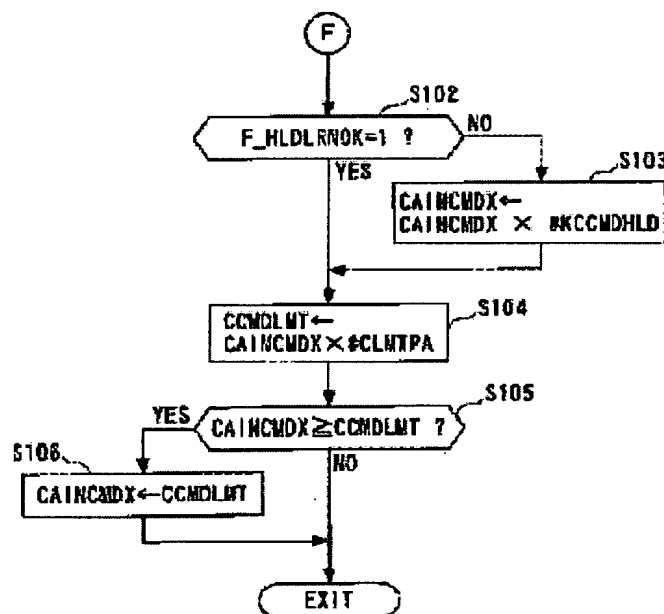
Also published as:

 JP2001234765 (A)

Abstract of JP2001234765

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a valve timing control device for internal combustion engine capable of attaining a feedback control of a cam phase with excellent converging property and surely preventing deterioration of combustibility when a learning value of a controlled variable for changing the cam phase is not completed.

SOLUTION: This device is provided with a feedback control means 2 for performing a feedback control for a control value DOUTVT to change a cam phase CAIN so that an actual cam phase CAIN may be a target cam phase CAINCMD, a learning value calculation means 2 for learning the control value DOUTVT when a prescribed learning condition is formed and calculating the control value DOUTVT as a learning value DVTHLD, an integration term initial value setting means 2 for setting the calculated learning value DVTHLD as an initial value of the integration term DVIIN of the feedback control and a target cam phase limiting means 2 for limiting the target cam phase CAINCMD when non-completion of learning of the control value DOUTVT is judged by a learning completion decision means 2.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-234765

(P2001-234765A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	G 3 G 0 1 6
F 0 1 L 1/34		F 0 1 L 1/34	Z 3 G 0 1 8
1/46		1/46	B 3 G 0 8 4
F 0 2 D 41/04	3 2 0	F 0 2 D 41/04	3 2 0 3 G 0 9 2
45/00	3 4 0	45/00	3 4 0 C 3 G 3 0 1
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 23 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-43384(P2000-43384)

(22) 出願日 平成12年2月21日 (2000.2.21)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 鈴木 淳一

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72) 発明者 立花 洋介

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(74) 代理人 100095566

弁理士 高橋 友雄

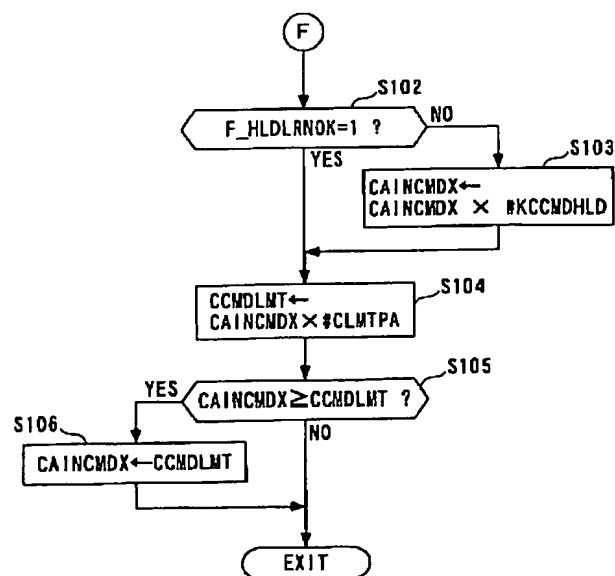
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のバルブタイミング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 収束性の良いカム位相のフィードバック制御を達成できるとともに、カム位相を変更するための制御値の学習値が完了していない場合の燃焼性の悪化を確実に防止することができる内燃機関のバルブタイミング制御装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 カム位相CAINを変更するための制御値DOUVTを実カム位相CAINが目標カム位相CAINCMDになるようにフィードバック制御するフィードバック制御手段2と、所定の学習条件が成立しているときに、制御値を学習し、学習値DVTHLDとして算出する学習値算出手段2と、算出された学習値DVTHLDをフィードバック制御の積分項DVIIINの初期値として設定する積分項初期値設定手段2と、学習完了判定手段2により制御値の学習が完了していないと判定されたときに、目標カム位相CAINCMDを制限する目標カム位相制限手段2と、を備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 クランクシャフトに対する吸気カムおよび排気カムの少なくとも一方の位相であるカム位相を変更することにより、バルブタイミングを制御する内燃機関のバルブタイミング制御装置であって、カム位相を検出する実カム位相検出手段と、運転状態に応じて目標カム位相を設定する目標カム位相設定手段と、前記カム位相を変更するための制御値を前記実カム位相が前記目標カム位相になるようにフィードバック制御するフィードバック制御手段と、所定の学習条件が成立しているときに、前記制御値を学習し、学習値として算出する学習値算出手段と、前記算出された学習値を前記フィードバック制御の積分項の初期値として設定する積分項初期値設定手段と、前記学習値算出手段による前記制御値の学習が完了しているか否かを判定する学習完了判定手段と、当該学習完了判定手段により前記制御値の学習が完了していないと判定されたときに、前記目標カム位相を制限する目標カム位相制限手段と、を備えていることを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、クランクシャフトに対する吸気カムおよび／または排気カムのカム位相を変更することにより、バルブタイミングを制御する内燃機関のバルブタイミング制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のこの種のバルブタイミング制御装置として、例えば特開平9-217609号公報に開示されたものが知られている。この制御装置では、カムプーリーに対するカムシャフトの相対角度を、油圧制御弁により油圧の供給を制御されるカム位相可変機構で変化させることにより、カム位相が変更される。油圧制御弁は、デューティソレノイド弁で構成されており、ソレノイドの電流のデューティ比を制御し、油圧をカム位相可変機構の進角室または遅角室に選択的に供給することで、カム位相が進角側または遅角側に变化する。また、デューティ比が中央付近の保持デューティ値のときには、油圧制御弁は、進角室および遅角室を同時に閉鎖し、油圧の供給を同時に遮断する中立位置に位置することで、カム位相を保持する保持状態になる。さらに、この制御装置では、エンジンの運転状態に応じて目標カム位相を設定するとともに、この目標カム位相と検出された実カム位相との偏差に応じて、デューティ比のPIDフィードバック制御が行われる。

【0003】 また、このようなバルブタイミング制御装置として、公差や経年変化などによるばらつきを補償するために、上記保持デューティ値を学習することや、そ

の学習値をバックアップRAMに記憶することが知られている。さらに、保持デューティ値の学習がまったく行われていないとき、あるいはバッテリーキャンセル時のように学習値が消失したときに、ROMにあらかじめ記憶した固定値を初期値として用いることも知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上述のように設定される保持デューティ値の固定値は、公差に幅があり、また経年変化があるため、それらを補償する学習値とは当然、一致しない場合がある。このため、そのようなずれが生じている場合に、バッテリーキャンセル時などに保持デューティ値の固定値を初期値として用いたときには、油圧制御弁の保持状態における実際の位置が本来の中立位置からずれてしまい、それに伴い、その後のカム位相制御の制御性も低下してしまう。特に、このずれが進角側に生じているとともに、目標カム位相が、吸気バルブと排気バルブとのバルブオーバーラップがもともと大きい進角側の領域に設定されているような場合には、バルブオーバーラップが過大になり、それに伴い内部EGR量が過大になることで、燃焼性ひいては運転性を悪化させるおそれがある。

【0005】 本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、収束性の良いカム位相のフィードバック制御を達成できるとともに、カム位相を変更するための制御値の学習値が完了していない場合の燃焼性の悪化を確実に防止することができる内燃機関のバルブタイミング制御装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するため、本発明は、クランクシャフト9に対する吸気カム6aおよび排気カム7aの少なくとも一方の位相であるカム位相CAINを変更することにより、バルブタイミングを制御する内燃機関のバルブタイミング制御装置であって、カム位相CAINを検出する実カム位相検出手段（実施形態における（以下、本項において同じ）ECU2、カム角センサ28、クランク角センサ29）と、運転状態に応じて目標カム位相CAINCMDを設定する目標カム位相設定手段（ECU2）と、カム位相CAINを変更するための制御値（出力デューティ比DOUVT）を実カム位相CAINが目標カム位相CAINCMDになるようにフィードバック制御するフィードバック制御手段（ECU2）と、所定の学習条件が成立しているときに、制御値を学習し、学習値DVTHLDとして算出する学習値算出手段（ECU2、図18のステップ163）と、算出された学習値DVTHLDをフィードバック制御の積分項DVIINの初期値として設定する積分項初期値設定手段（ECU2、図15のステップ114、123）と、学習値算出手段による制御値の学習が完了しているか否かを判定する学習完了判定手段（ECU2、図13のステップ102、図20）

と、学習完了判定手段により制御値の学習が完了していないと判定されたときに、目標カム位相CAINCMDを制限する目標カム位相制限手段（ECU2、図13のステップ102、103）と、を備えていることを特徴としている。

【0007】この内燃機関のバルブタイミング制御装置によれば、カム位相を変更するための制御値が、実カム位相が目標カム位相になるようにフィードバック制御される。また、所定の学習条件の下、制御値の学習値が算出され、算出した学習値は、フィードバック制御の積分項の初期値として用いられる。したがって、学習された制御値を初期値としてフィードバック制御を開始することで、ハンチングの少ない収束性の良いフィードバック制御が達成される。また、制御値の学習が完了していない場合には、そのことが学習完了判定手段で判定され、目標カム位相制限手段によって目標カム位相が制限される。したがって、バッテリーキャンセルなどにより制御値の学習が完了していないために、例えば、カム位相が進角側にずれた状態からフィードバック制御が開始され、かつ目標カム位相が進角側に設定されているような場合でも、目標カム位相が制限されることで、バルブオーバーラップを抑制し、それにより内部EGR量を抑制できるので、燃焼性の悪化を確実に防止することができる。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の一実施形態を説明する。図1は、本発明を適用した内燃機関のバルブタイミング制御装置（以下、単に「制御装置」という）の概略構成を示している。同図に示すように、この制御装置1は、ECU2（実カム位相検出手段、目標カム位相設定手段、フィードバック制御手段、学習値算出手段、積分項初期値設定手段、学習完了判定手段、目標カム位相制限手段）を備えており、このECU2は、内燃機関（以下「エンジン」という）3の運転状態に応じて、後述するような制御処理を実行する。

【0009】エンジン3は、例えば4サイクルDOHC型ガソリンエンジンであり、吸気カムシャフト6および排気カムシャフト7を備えている。吸気カムシャフト6および排気カムシャフト7は、それぞれの従動スプロケット6b、7bおよびタイミングチェーン（図示せず）を介して、クランクシャフト9に連結されており、クランクシャフト9の2回転あたり1回転の割合で回転駆動される。吸気カムシャフト6および排気カムシャフト7には、吸気バルブ4および排気バルブ5をそれぞれ開閉駆動する複数の吸気カム6aおよび排気カム7a（ともに1個のみ図示）が一体に設けられている。

【0010】また、吸気カムシャフト6は、その従動スプロケット6bに所定角度の範囲で回転可能に連結されている。この従動スプロケット6bに対する吸気カムシャフト6の相対的角度を変更することにより、クランク

シャフト9に対する吸気カム6aの位相（以下、単に「カム位相」という）CAINが変更され、吸気バルブ4の開閉タイミング（バルブタイミング）が進角または遅角する。吸気カムシャフト6の一端部には、このカム位相CAINを制御するためのカム位相可変機構（以下「VTC」という）8および油圧制御弁10が設けられている。

【0011】VTC8は、吸気カムシャフト6と一体のベーン（図示せず）の両側に画成された進角室および遅角室（いずれも図示せず）を有しており、エンジン3で駆動されるオイルポンプ（図示せず）の油圧が、油圧制御弁10の制御により、進角室または遅角室に選択的に供給されることによって、吸気カムシャフト6を従動スプロケット6bに対し、進角方向または遅角方向に回転駆動するように構成されている。

【0012】油圧制御弁10は、ソレノイドと、これに駆動されるスプールなどを備えるデューティソレノイドバルブで構成されている。油圧制御弁10は、ECU2により制御されるソレノイド電流の出力デューティ比DOUTVT（制御値）に従って、スプールの位置が無段階に変化するように構成されていて、その位置に応じてカム位相可変機構8の進角室または遅角室を開閉する。

【0013】具体的には、油圧制御弁10への出力デューティ比DOUTVT（以下、単に「出力デューティ比DOUTVT」という）が保持デューティ値（例えば50%）よりも大きいときには、油圧制御弁10のスプールが中立位置から一方の側に移動して進角室を開放することで、進角室に油圧を供給し、カム位相CAINを進角させる進角状態になる。一方、出力デューティ比DOUTVTが保持デューティ値よりも小さいときには、スプールが中立位置から他方の側に移動して遅角室を開放することで、遅角室に油圧を供給し、カム位相CAINを遅角させる遅角状態になる。なお、吸気カム6aの可動範囲は例えば60°クランク角で、最遅角時にBTDC25°クランク角に、最進角時にBTDC85°クランク角にそれぞれ位置し、カム位相CAINは、最遅角位置で0°クランク角、最進角位置で60°クランク角である。

【0014】また、油圧制御弁10は、出力デューティ比DOUTVTが保持デューティ値のときには、スプールが進角室および遅角室を同時に閉鎖する中立位置に位置する保持状態になり、進角室および遅角室への油圧の供給が遮断され、吸気カムシャフト6と従動スプロケット6bが一体化されることで、カム位相CAINが、それまでに制御されていた値に保持される。

【0015】吸気カムシャフト6のVTC8と反対側の端部には、カム角センサ28（実カム位相検出手段）が設けられている。カム角センサ28は、例えばマグネットロータおよびMREピックアップで構成されており、吸気カムシャフト6の回転に伴い、TDCを基準とする

吸気カム6aのカム角CASVINを検出し、その信号をECU2に出力する。また、クランクシャフト9には、クランク角センサ29（実カム位相検出手段）が設けられている。クランク角センサ29は、カム角センサ28と同様に構成されており、クランクシャフト9の回転に伴い、所定のクランク角（例えば 30° ）ごとに、パルス信号であるCRK信号をECU2に出力する。ECU2は、このCRK信号および上記CASVIN信号から実際のカム位相CAINを算出（検出）する（以下、このように実際に検出されたカム位相を、適宜「実カム位相CAIN」という）。また、CRK信号に基づき、エンジン回転数NEを求める。

【0016】さらに、図示しないが、吸気カム6aおよび排気カム7aはそれぞれ、低速カムと、これよりも高いカム山を有する高速カムとで構成されている。これらの低速カムおよび高速カムは、図示しないバルブタイミング切換機構（以下「VTEC」という）によって切り換えられるようになっており、それにより、吸気バルブ4および排気バルブ5の作動タイミングが、低速バルブタイミング（以下「Lo. V/T」という）と高速バルブタイミング（以下「Hi. V/T」という）に切り換えられる。このVTECの動作もまた、VTC8と同様、ECU2により、油圧制御弁（図示せず）を介して供給される油圧を制御することによって、制御される。

【0017】また、エンジン3の吸気管30には、スロットル弁開度センサ37を取り付けたスロットル弁31が設けられており、その下流側にはさらに、インジェクタ32、吸気温センサ33、および吸気圧センサ34が取り付けられている。インジェクタ32の燃料噴射時間（燃料噴射量）TOUTは、ECU2からの駆動信号によって制御される。なお、エンジン3は、理論空燃比近傍の空燃比で燃焼を行うストイキ運転と、理論空燃比よりも希薄な空燃比で燃焼を行うリーンバーン運転とに切り換えて運転できるように構成されており、その切換えもECU2によって制御される。

【0018】吸気温センサ33は吸気管30内の吸入空気の温度である吸気温TAを、吸気圧センサ34は吸気管30内の絶対圧PBAを、スロットル弁開度センサ37はスロットル弁31の開度（以下「スロットル弁開度」という） θ_{TH} をそれぞれ検出し、それらの検出信号をECU2に送る。さらに、エンジン3の本体には、エンジン水温センサ35が取り付けられており、エンジン水温センサ35は、エンジン3のシリンダブロック内を循環する冷却水の温度であるエンジン水温TWを検出して、その検出信号をECU2に送る。また、ECU2には、大気圧PAを検出する大気圧センサ38、および油圧制御弁10を駆動するバッテリーの電圧（以下「バッテリー電圧」という）VBを検出するバッテリーセンサ38から、それらの検出信号が送られる。

【0019】ECU2は、I/Oインターフェース、C

PU、RAMおよびROMなどからなるマイクロコンピュータで構成されている。前述した各種センサからの検出信号はそれぞれ、I/OインターフェースでA/D変換や整形がなされた後、CPUに入力される。

【0020】CPUは、これらの入力信号に応じて、エンジン3の運転状態を判別するとともに、判別した運転状態に応じ、ROMに記憶された制御プログラムおよびデータなどや、RAMに記憶されたデータなどに従って、以下に述べるようにして、VTC8の制御（以下「VTC制御」という）を実行する。

【0021】図2は、このVTC制御の処理全体の流れを示すメインフローである。この制御処理は、所定時間（例えば10ms）ごとに実行される。同図の各処理の概要を述べると、まず、ステップ1（図では「S1」と表示。以下同じ）のVTC制御実行条件判定処理は、エンジン水温TWやエンジン回転数NEなどに応じて、VTC制御の実行条件が成立しているか否かを判定し、その実行を許可または禁止する処理である（サブルーチンは図3および図4）。ステップ2のクリーニング実行条件判定処理は、クリーニング（VTC8や油圧制御弁10がごみづまりなどで固着するのを防止するためにVTC8を強制的に最遅角位置から最進角位置まで作動させる処理）の実行条件が成立しているか否かを判定する処理である（図9）。

【0022】また、ステップ3の目標カム位相算出処理は、エンジン3の運転状態に応じて目標カム位相CAINCMDを算出する処理である（図10および図11）。ステップ4の出力デューティ比算出処理は、目標カム位相CAINCMDおよび実カム位相CAINに応じて、出力デューティ比DOUVTを算出し、そのフィードバック制御を実行する処理である（図15および図16）。ステップ5の保持デューティ学習値算出処理は、VTC8や油圧制御弁10のハード面のばらつきなどから生じる保持デューティ値のずれを吸収して、VTC制御に利用するために、その学習を行い、保持デューティ学習値DVTHLD（学習値）として算出する処理である（図17および図18）。また、ステップ6の零点学習値算出処理は、上記と同様の理由から、実カム位相CAINを算出するためのカム角センサ28の出力角度CASVINの零点のずれを吸収するために、その学習を行い、零点学習値CAINZPとして算出する処理である（図21および図22）。以下、各処理ごとにその制御内容を説明する。

【0023】図3および図4は、図2のステップ1で実行されるVTC制御実行条件判定処理のサブルーチンを示す。なお、以下の説明では、ROMに個々のデータやテーブル値などとしてあらかじめ記憶されている固定値については、その先頭に「#」を付し、更新される他の変数と区別するものとする。

【0024】この判定処理ではまず、ステップ11にお

いて、VTC作動開始判定用の低温側水温値TWVTCVARX、高温側水温値TWVTCHOTXおよびTDC数積算値TDCSMVTCXを設定する。後述するように、これらの判定値は、エンジン3の始動後、作動油温がVTC8を作動可能な温度に達したか否かを判定するためのものであり、図5および図6に一例を示すテーブルに基づき、始動時の初期温度TAWINT（始動時に検出された初期吸気温TAINTおよび初期エンジン水温TWINTの低い方）に応じて、それぞれのテーブル値#TWVTCVAR、#TWVTCHOTおよび#TDCSMVTCを検索することによって、設定される。なお、始動時の初期温度TAWINTとして、初期吸気温TAINTおよび初期エンジン水温TWINTの低い方を採用するのは、TWINT値よりもTAINT値が低いのが通常であるが、吸気温センサ33およびエンジン水温センサ35の検出分解能などに起因して両値の大小関係がまれに逆転することがあるので、これを補償するためである。

【0025】図5に示すように、低温側水温値のテーブル値#TWVTCVARは、基本的に初期温度TAWINTが低いほどより大きな値に設定されており、具体的には、それらの第1～第4温度格子点TAWINT1～TAWINT4（例えばそれぞれ-30℃、-15℃、0℃および7℃）に対して、第1～第4所定値TWVTCVAR1～TWVTCVAR4（例えばそれぞれ80℃、45℃、27℃および7℃）に設定されている。これに対して、高温側水温値のテーブル値#TWVTCHOTは、上記第1温度格子点TAWINT1以下および第4温度格子点TAWINT4以上では、低温側水温値のテーブル値#TWVTCVARと同じ一定の第1および第3所定値TWVTCHOT1、TWVTCHOT3に設定される一方、上記第3温度格子点TAWINT3に対して、第3所定値TWVTCHOT3に近い第2所定値TWVTCHOT2（例えば73℃）に設定されていて、第1および第4温度格子点TAWINT1～4の間では、低温側水温値のテーブル値#TWVTCVARよりもかなり大きな値に設定されている。

【0026】また、図6に示すように、TDC数積算値のテーブル値#TDCSMVTCは、低温側水温値のテーブル値#TWVTCVARと同様、基本的に初期温度TAWINTが低いほどより大きな値に設定されており、具体的には、初期温度TAWINTが第1温度格子点TAWTDCVTC1（例えば-30℃）以下では、大きな値である第1所定値TDCSMVTC1（例えば30,000）に、第3温度格子点TAWTDCVTC3（例えば10℃）以上では、小さな値である第3所定値TDCSMVTC3（例えば0）に、中間の第2温度格子点TAWTDCVTC2（例えば0℃）では、第2所定値TDCSMVTC2（例えば25,000）に設定されている。

【0027】上記のステップ11に続くステップ12では、エンジン回転数NEによりエンジン3が始動モードにあるか否かを判別する。始動モードにあるときには、ダウンカウントタイマである始動後禁止タイマTCAASTに所定時間TMVTCASX（例えば3秒）をセットした（ステップ13）後、VTC8が作動できない状態にあるとして、VTC作動不能フラグF_VTCSTPを「1」にセットする（ステップ14）とともに、VTC制御の実行条件が成立していないとして、VTC作動許可フラグF_VTCを「0」にセットし（ステップ15）、本プログラムを終了する。

【0028】前記ステップ12でエンジン3が始動モードにないと判別されたときには、前記ステップ13でセットした始動後禁止タイマのタイマ値TCAASTが「0」であるか否かを判別する（ステップ16）。この答がNO、すなわち始動モードの終了後に所定時間TMVTCASXが経過していないときには、前記ステップ14、15を実行し、本プログラムを終了する。以上のように、エンジン3の始動時および始動後の所定時間は、VTC8の作動油の油圧が不安定であるため、VTC制御が禁止される。

【0029】前記ステップ16の答がNO、すなわちエンジン3の始動後、所定時間TMVTCASXが経過したときには、アラインメントフラグF_ENVTCTが「1」にセットされているか否かを判別する（ステップ17）。このアラインメントフラグF_ENVTCTは、カム角センサ28のCASVIN信号がクランク角センサ29のCRK信号に対して正規な状態で出力されているときに、「1」にセットされるものである。この答がNOのときには、前記ステップ14、15を実行し、VTC制御を禁止する。

【0030】上記ステップ17の答がYES、すなわちカム角センサ28のCASVIN信号が正規に出力されているときには、指定のフェールセーフ（F/S）を表す信号が検知されているか否かを判別し（ステップ18）、検知されているときには、前記ステップ14、15を実行し、VTC制御を禁止する。フェールセーフが検知されていないときには、ステップ19に進み、油圧制御弁10を駆動するバッテリー電圧VBがその下限値#VBVTCCLよりも大きいかなかを判別する。この答がNO、すなわちVB≤#VBVTCCLで、バッテリー電圧VBが低いときには、前記ステップ14、15を実行し、VTC制御を禁止する一方、YESのときにはステップ20に進む。

【0031】このステップ20では、後述する温度条件成立フラグF_VTCTWが「1」にセットされているか否かを判別し、この答がNOのときには、エンジン水温TWが、前記ステップ11で設定した高温側水温値TWVTCHOTXよりも高いかなかを判別する（ステップ21）。この答がYES、すなわちTW>TWVTC

HOTXのときには、温度条件が成立したとして、温度条件成立フラグF_VTCTWを「1」にセットする

(ステップ22)とともに、VTC8が作動可能な状態になったとして、VTC作動不能フラグF_VTCTSPを「0」にセットする(ステップ23)。このように、始動後、エンジン水温TWが、高温側水温値TWVITCHOTXを超えたときには、エンジン3自体の温度が十分に上昇していて、作動油温がVTC8を作動可能な温度に確実に達しているとして、VTC制御の温度条件が成立したと判定するので、例えばホットリスタート時などにおいて、VTC制御を早期に開始することができる。

【0032】一方、前記ステップ21の答がNO、すなわちエンジン水温TW \leq 高温側水温値TWVITCHOTXのときには、エンジン水温TWが、前記ステップ11で設定した低温側水温値TWVITCVARXよりも高いか否かを判別する(ステップ22)。この答がNO、すなわちTW \leq TWVITCVARXのときには、エンジン3の温度がまだ低いことで、作動油温もVTC8を作動可能な温度まで上昇していないとして、前記ステップ14、15を実行し、VTC制御を禁止する。

【0033】一方、前記ステップ24の答がYES、すなわちTWVITCVARX<TW \leq TWVITCHOTXのときには、始動後TDC数積算値TDCSUMが、前記ステップ11で設定した判定用のTDC数積算値TDCSMVTCXよりも大きいと判別する(ステップ25)。この判別は、エンジン3の始動後、作動油が十分に循環したかを判定するために行われる。

【0034】この始動後TDC数積算値TDCSUMは、TDC信号の発生に同期して実行される、図7

(a)に示すサブルーチンによって算出される。すなわち、まずステップ31において始動モードにあるか否かを判別し、その答がYESのときには、本プログラムを終了する一方、始動モードが終了した後は、TDC数積算値の前回値TDCSUM(n-1)に値1を加算して、今回値TDCSUM(n)とする(ステップ32)。なお、TDCSUM値は、イグニッションスイッチON時に値0にクリアされる。したがって、このサブルーチンをTDC信号の発生ごとに実行することによって、始動後TDC数積算値TDCSUMが算出される。

【0035】図3に戻り、前記ステップ25の答がNO、すなわちTDCSUM \leq TDCSMVTCXのときには、始動後、作動油がまだ十分に循環しておらず、作動油温がVTC8を作動可能な温度まで上昇していないとして、前記ステップ14、15を実行し、VTC制御を禁止する。

【0036】一方、このステップ25の答がYES、すなわちTWVITCVARX<TW \leq TWVITCHOTXで、かつTDCSUM>TDCSMVTCXが成立しているときには、温度条件が成立したとして、前記ステッ

プ22、23を実行し、温度条件成立フラグF_VTCTWを「1」に、VTC作動不能フラグF_VTCTSPを「0」にセットする。すなわち、始動後、エンジン水温TWが、低温側水温値TWVITCVARXを超えていて、エンジン3自体の温度が十分ではないもののかなり上昇していると同時に、始動後TDC数積算値TDCSUMがTDCSMVTCX値を超えていて、作動油が十分に循環しているときには、作動油温がVTC8を作動可能な温度に達したとして、VTC制御の温度条件が成立したと判定する。以上のように、低温側水温値TWVITCVARXおよびTDC数積算値TDCSMVTCXの2つのパラメータを組み合わせて用いることで、実際の作動油温がVTC8を作動可能な温度まで上昇したか否かを、その上昇遅れを加味しながら、適切に判定できる。したがって、例えば低温始動時などにおいて、VTC制御を適切なタイミングで開始することができる。

【0037】一方、前記ステップ20の答がYES、すなわち温度条件成立フラグF_VTCTWがすでに

「1」にセットされているときには、前記ステップ1、24、25および22をスキップして、前記ステップ23に進む。すなわち、前記ステップ22の判別により、またはステップ24および25の判別により、温度条件が成立したと一旦、判定された場合には、それ以降、温度条件の判別は行わない。これは、極低負荷運転などにおいては、始動後にエンジン水温TWが低下することがあるが、その場合にも作動油温は上昇するので、一旦行った判定を優先することで、そのような状況における誤判定を回避し、本来の目的である作動油温を適切に推定するためである。

【0038】前記ステップ23に続くステップ26では、エンジン回転数NEがその下限回転数#NEVTCLNよりも高いか否かを判別する。この判別は、高温時における作動油の油圧低下領域を、VTC作動領域から排除するためのものである。このため、下限回転数#NEVTCLNは、図8に一例を示すテーブルにより、エンジン水温TWに応じて、基本的にTW値が高いほどより大きな値に設定されている。具体的には、下限回転数#NEVTCLNは、エンジン水温TWが第1温度格子点TWNEVTCL1(例えば100℃)以下では、小さな値である第1所定値NEVTCLN1(例えば500rpm)に、第4温度格子点TWNEVTCL4(例えば115℃)以上では、大きな値である第4所定値NEVTCLN4(例えば1200rpm)に、中間の第2および第3温度格子点TWNEVTCL2、TWNEVTCL3(例えばそれぞれ105℃、110℃)では、第2および第3所定値NEVTCLN2、NEVTCLN3(例えばそれぞれ900rpm、1000rpm)に設定されている。なお、図8に示すように、下限回転数#NEVTCLNは、VTC制御のハンチングを防止するためのヒステリシス付きのものであり、上記の

各値は下限側の値（ヒスロ）を示している。

【0039】上記ステップ26の答がNO、すなわち $NE \leq \#NEVTCLN$ のときには、作動油の油圧が十分に確保できないとして、前記ステップ15を実行し、VTC制御を禁止する。一方、ステップ26の答がYES、すなわち $NE > \#NEVTCLN$ のときには、アイドルフラグ F_IDLE が「1」にセットされているかを判別する（ステップ27）。この答がYES、すなわちアイドル運転中であるときには、前記ステップ15を実行し、VTC制御を禁止する一方、NOのときには、VTC制御の実行条件が成立しているとして、VTC作動許可フラグ F_VTC を「1」にセットし（ステップ28）、本プログラムを終了する。

【0040】なお、本処理における前記ステップ25の判別は、始動後に作動油が十分に循環したかを判定するためのものである。始動後TDC数積算値 $TDCSUM$ に代えて、例えば始動後要求燃料量積算値 $TCYLSUM$ を算出し、これを上記 $TDCSMVTCX$ 値と同様に初期温度 $TAWINT$ に応じて定めた判定値と比較することによって、行ってもよい。この場合の要求燃料量 $TCYL$ とは、エンジン3の気筒が実際に必要とする燃料量をいい、例えば、インジェクタ32の燃料噴射量 $TOUT$ から、付着分やインジェクタ32駆動用の電力無効仕事量などを差し引いた値として算出される。

【0041】図7（b）は、この始動後要求燃料量積算値 $TCYLSUM$ を算出するサブルーチンを示している。すなわち、ステップ41およびステップ42において、始動モードにあるか否か、およびフューエルカットフラグ F_FC が「1」にセットされているか否かをそれぞれ判別する。これらの答がいずれもNO、すなわち始動モードが終了した後で、かつフューエルカット運転中でないときには、始動後要求燃料量積算値の前回値 $TCYLSUM(n-1)$ に今回の要求燃料量 $TCYL$ を加算して、今回値 $TCYLSUM(n)$ とする（ステップ43）。なお、 $TCYLSUM$ 値は、イグニッションスイッチON時に値0にクリアされる。前記ステップ41または42の答のいずれかがYESのときには、本プログラムを終了する。以上の算出処理によれば、フューエルカット運転中の要求燃料量 $TCYL$ を除外しながら、始動後要求燃料量積算値 $TCYLSUM$ を算出するので、これを判定値と比較することによって、始動後に作動油が十分に循環したかをより適切に判定することができる。

【0042】図9は、図2のステップ2で実行されるクリーニング実行条件判定処理のサブルーチンを示す。前述したように、このクリーニングは、VTC8や油圧制御弁10のごみづまりなどによる固着を防止するために、VTC8を最遅角位置から最進角位置まで強制的に作動させるものであり、エンジン3の運転に支障のない減速フューエルカット運転中に実行される。この判定処

理は、その実行条件の判定を行うものである。

【0043】まず、後述するクリーニング完了フラグ F_VTCCLG が「1」にセットされているか否かを判別する（ステップ51）。なお、このクリーニング完了フラグ F_VTCCLG は、イグニッションスイッチON時に値0にクリアされるものである。この答がYES、すなわち $F_VTCCLG = 1$ であって、クリーニングがすでに完了しているときには、クリーニングを実行すべきでないとして、クリーニング許可フラグ F_VTCCLN を「0」にセットする（ステップ52）とともに、クリーニングタイマ $TMVTCCLN$ に所定時間 $\#TMVTCCLN$ （例えば5秒）をセットし（ステップ53）、本プログラムを終了する。

【0044】前記ステップ51の答がNO、すなわち $F_VTCCLG = 0$ であって、クリーニングがまだ完了していないときには、ステップ54～57において、クリーニングを実行可能な条件が成立しているか否かを判別する。ステップ54では、エンジン水温 TW がその下限値 $\#TWVTCCLG$ （例えば80℃）よりも高いか否か、また、ステップ55では、エンジン回転数 NE がその下限値 $\#NEVTCCLG$ （例えば1500rpm）よりも高いか否かを判別する。両ステップ54、55の答のいずれかがNO、すなわち $TW \leq \#TWVTCCLG$ または $NE \leq \#NEVTCCLG$ のときには、作動油がVTC8を作動可能な状態にないとして、前記ステップ52、53を実行し、本プログラムを終了する。

【0045】前記両ステップ54、55の答がいずれもYESのときには、ステップ56においてスロットル全閉フラグ F_THIDLE が「0」にセットされているか否か、およびステップ57においてフューエルカットフラグ F_FC が「1」にセットされているか否かをそれぞれ判別する。両ステップ56、57の答のいずれかがNO、すなわちスロットル弁31がほぼ全閉状態にないか、または減速フューエルカット運転中でないときには、前記ステップ52、53を実行し、本プログラムを終了する。

【0046】一方、前記両ステップ56、57の答がいずれもYES、すなわち $TW > \#TWVTCCLG$ および $NE > \#NEVTCCLG$ が成立しているとともに、スロットル弁31がほぼ全閉状態にあり、かつ減速フューエルカット運転中であるときには、クリーニングの実行条件が成立しているとして、クリーニング許可フラグ F_VTCCLN を「1」にセットする（ステップ58）。

【0047】次いで、クリーニングの実行により、実カム位相 $CAIN$ がその最進角位置に近いカム位相最大値 $\#CAINMAX$ （例えば5°）以上まで進角されたか否かを判別する（ステップ59）。 $CAIN \geq \#CAINMAX$ のときには、クリーニングが完了したとして、クリーニング完了フラグ F_VTCCLG を「1」

にセットし（ステップ60）、本プログラムを終了する。

【0048】一方、前記ステップ59の答がNOのときには、前記ステップ53でセットしたクリーニングタイマのタイマ値VTCCLNが値0であるか否かを判別する（ステップ61）。この答がNOのときにはそのまま、YESのときには、前記ステップ60を実行した後、本プログラムを終了する。すなわち、クリーニングを実行しても、実カム位相CAINが必ずしも最大値#CAINMAXに達しない場合があるので、そのような状態のまま、クリーニングの実行後、所定時間#TMVTCCLNが経過したときには、クリーニングが完了したと判定する。

【0049】以上のように、本処理によって、エンジン3の運転中に必ず存在しかつ運転に支障のない減速フェーエルカット運転状態を利用して、始動から停止までの間に1回、クリーニングが実行される。また、本処理では、クリーニングの実行条件の成否および実行の有無の判別と、その結果に応じたクリーニング許可フラグF__VTCCLNおよびクリーニング完了フラグF__VTCCLGの設定のみが行われ、実際のクリーニングの実行は、後述する図15および図16の出力デューティ比算出処理などにおいて制御される。

【0050】図10および図11は、図2のステップ3で実行される目標カム位相算出処理のサブルーチンを示している。前述したように、この目標カム位相算出処理は、エンジン3の運転状態に応じて目標カム位相CAINCMDを算出するものであり、この算出処理には、目標カム位相CAINCMDが急激に変化しないよう、これを徐々に移行させる移行処理が含まれる。この算出処理ではまず、VTC作動許可フラグF__VTCが「1」にセットされているか否かを判別する（ステップ71）。この答がNO、すなわちVTC制御の実行条件が成立していないときには、カム位相CAINを最遅角状態とするために、目標カム位相CAINCMDを値0に設定し（ステップ72）、本プログラムを終了する。

【0051】前記ステップ71において、VTC作動許可フラグF__VTCが「1」で、VTC制御の実行条件が成立しているときには、ステップ73において、目標カム位相のマップ検索値CAINCMDXを算出する。この算出は、図12および図13に示すマップ検索値CAINCMDXの算出サブルーチンによって、行われる。これについては後述する。

【0052】次いで、ステップ74～81において、目標カム位相CAINCMDの移行処理を実行する（図10の点線で囲まれた部分）。まず、実カム位相CAINが変化速度切替判定値#CAINDCHG（例えば35°）以上であるか否かを判別する（ステップ74）。CAIN \geq #CAINDCHGのとき、すなわち実カム位相CAINが進角領域にあるときには、目標カム位相の進

角側変化速度DCACMDXAを進角領域用の第1進角側速度設定値#DCACMD1A（例えば0.2）に、遅角側変化速度DCACMDXRを、上記#DCACMD1A値よりも大きな進角領域用の第1遅角側速度設定値#DCACMD1R（例えば0.5）に設定する（ステップ75）。

【0053】一方、前記ステップ74でCAIN<#CAINDCHGのとき、すなわち実カム位相CAINが遅角領域にあるときには、目標カム位相の進角側変化速度DCACMDXAを、前記進角領域用の第1進角側変化速度設定値#DCACMD1Aよりも大きな遅角領域用の第2進角側変化速度設定値#DCACMD2A（例えば0.9）に設定するとともに、遅角側変化速度DCACMDXRを、前記遅角領域用の第1遅角側変化速度設定値#DCACMD1Rよりも大きく且つ上記#DCACMD2A値よりも大きな遅角領域用の第2遅角側変化速度設定値#DCACMD2R（例えば1.0）に設定する（ステップ76）。

【0054】以上のように、実カム位相CAINが大きい進角領域用の第1進角側速度設定値#DCACMD1Aは、実カム位相CAINが小さい遅角領域用の第2遅角側変化速度設定値#DCACMD2Aよりも小さな値に設定されている（#DCACMD1A<#DCACMD2A）。これは、進角領域における目標カム位相の進角側変化速度DCACMDXAを、遅角領域よりも相対的に遅くし、燃料噴射量TOUTの変化に対する吸気バルブ4と排気バルブ5とのバルブオーバーラップの増大方向への変化を抑制することによって、過大なバルブオーバーラップおよびそれに伴う内部EGR量の過大化によるエンジン3の燃焼性の悪化を防止するためである。

【0055】同様に、進角領域用の第1遅角側速度設定値#DCACMD1Rも、遅角領域用の第2遅角側変化速度設定値#DCACMD2Rよりも小さな値に設定されており（#DCACMD1R<#DCACMD2R）、これにより、進角領域における遅角側変化速度DCACMDXRを遅角領域よりも相対的に遅くし、バルブオーバーラップの急激な変化を回避することで、燃焼性の悪化を防止することができる。同様の理由から、進角領域および遅角領域のいずれにおいても、遅角側変化速度が進角側変化速度よりも大きな値に設定されており（#DCACMD1A<#DCACMD1R、#DCACMD2A<#DCACMD2R）、これにより、バルブオーバーラップを全体的に抑制することで、燃焼性の悪化を防止できる。

【0056】前記ステップ75または76に続くステップ77では、ステップ73で算出したマップ検索値CAINCMDXを前回算出した目標カム位相CAINCMDと比較し、CAINCMDX>CAINCMDのときには、目標カム位相CAINCMDにステップ75または76で設定した進角側変化速度DCACMDXAを加

算し、補正後目標カム位相 $CACMDX$ として設定する（ステップ78）。次いで、マップ検索値 $CAINCMDX$ を、設定した補正後目標カム位相 $CACMDX$ と比較する（ステップ79）。 $CAINCMDX > CACMDX$ のときには、今回の目標カム位相 $CAINCMD$ を補正後目標カム位相 $CACMDX$ に設定する（ステップ80）一方、 $CAINCMDX \leq CACMDX$ のときには、目標カム位相 $CAINCMD$ をマップ検索値 $CAINCMDX$ に設定する（ステップ81）。以上のように、今回のマップ検索値 $CAINCMDX$ が前回の目標カム位相 $CAINCMD$ よりも大きく、すなわち目標カム位相 $CAINCMD$ を進角側に変化させる場合には、今回の目標カム位相 $CAINCMD$ として、マップ検索値 $CAINCMDX$ と補正後目標カム位相 $CACMDX$ の小さい方が採用される。これにより、前述したのと同様、進角側への目標カム位相 $CAINCMD$ の変化速度を遅くし、バルブオーバーラップの増大方向への変化を抑制することで、燃焼性の悪化が防止される。

【0057】一方、前記ステップ77でマップ検索値 $CAINCMDX \leq$ 目標カム位相 $CAINCMD$ と判別されたときには、目標カム位相 $CAINCMD$ からステップ75または76で設定した遅角側変化速度 $DCACMDXR$ を減算し、補正後目標カム位相 $CACMDX$ として設定する（ステップ82）。次いで、前記ステップ79と同様、マップ検索値 $CAINCMDX$ を補正後目標カム位相 $CACMDX$ と比較する（ステップ83）。そして、 $CAINCMDX < CACMDX$ のときには、前記ステップ80に進み、目標カム位相 $CAINCMD$ を補正後目標カム位相 $CACMDX$ に設定する一方、 $CAINCMDX \geq CACMDX$ のときには、前記ステップ81に進み、目標カム位相 $CAINCMD$ をマップ検索値 $CAINCMDX$ に設定する。以上のように、今回のマップ検索値 $CAINCMDX$ が前回の目標カム位相 $CAINCMD$ 以下で、目標カム位相 $CAINCMD$ を遅角側に変化させる場合には、上記の進角側への制御の場合とは逆に、今回の目標カム位相 $CAINCMD$ として、マップ検索値 $CAINCMDX$ と補正後目標カム位相 $CACMDX$ の大きい方が採用される。これもすでに述べたのと同じ理由によるものであり、遅角側への目標カム位相 $CAINCMD$ の変化速度を相対的に大きくすることによって、燃焼性の悪化が防止される。

【0058】次に、ステップ82～85において、前記ステップ80または81で設定した目標カム位相 $CAINCMD$ のリミット処理を実行する。すなわち、目標カム位相 $CAINCMD$ がその上限値 $\#CAINLMTH$ （例えば 55° クランク角）以上であるかを判別し（ステップ82）、 $CAINCMD \geq \#CAINLMTH$ のときには、目標カム位相 $CAINCMD$ をこの上限値 $\#CAINLMTH$ に設定する（ステップ83）。ステップ82の答がNOのときには、目標カム位相 CAI

$NCMD$ がその下限値 $\#CAINLMTL$ （例えば 2° クランク角）以下であるかを判別し（ステップ84）、 $CAINCMD \leq \#CAINLMTL$ のときには、目標カム位相 $CAINCMD$ をこの下限値 $\#CAINLMTL$ に設定する（ステップ85）。ステップ84の答がNO、すなわち $\#CAINLMTL < CAINCMD < \#CAINLMTH$ のときには、目標カム位相 $CAINCMD$ を保持する。

【0059】次いで、ステップ86および87で、前述したクリーニング実行用の目標カム位相 $CAINCMD$ を設定する。すなわち、ステップ86でクリーニング許可フラグ F_VTCCLN が「1」にセットされているかを判別し、 $F_VTCCLN = 0$ 、すなわちクリーニングの実行条件が成立していないときには、本プログラムを終了し、目標カム位相 $CAINCMD$ を保持する。一方、前記ステップ86の答がYES、すなわち $F_VTCCLN = 1$ 、すなわちクリーニングの実行条件が成立しているときには、これを実行すべく、目標カム位相 $CAINCMD$ を前記カム位相最大値 $\#CAINMAX$ に設定し（ステップ87）、本プログラムを終了する。

【0060】図12および図13は、図10のステップ73で実行される目標カム位相のマップ検索値 $CAINCMDX$ の算出サブルーチンを示している。まず、ステップ91において、スロットル全開フラグ F_THIDLE が「0」にセットされているかを判別する。 $F_THIDLE = 0$ 、すなわちスロットル弁31がほぼ全開状態にあるときには、マップ検索値 $CAINCMDX$ を、その最遅角位置値に近い遅角側固定値 $\#CAINTHID$ （例えば 2° ）に設定する。

【0061】ステップ91の答がNOのときには、スロットル全開フラグ F_THWOT が「1」にセットされているかを判別する（ステップ93）。 $F_THWOT = 1$ 、すなわちスロットル弁31がほぼ全開状態にあるときには、バルブタイミングフラグ F_VTEC1 が「1」にセットされているかを判別する（ステップ94）。 $F_VTEC1 = 1$ 、すなわちエンジン3が $Hi. V/T$ （高速バルブタイミング）で運転されているときには、図示しないテーブルから、全開時 $Hi. V/T$ 用テーブル値 $\#CICMD_HW$ を検索し、マップ検索値 $CAINCMDX$ として設定する（ステップ95）。一方、ステップ93で $F_VTEC1 = 0$ のとき、すなわち $Lo. V/T$ （低速バルブタイミング）で運転されているときには、上記とは別個に設定された図示しないテーブルから、全開時 $Lo. V/T$ 用テーブル値 $\#CICMD_LW$ を検索し、マップ検索値 $CAINCMDX$ として設定する（ステップ96）。これらのテーブル値 $\#CICMD_HW$ 、 $\#CICMD_LW$ は、エンジン回転数 NE およびスロットル弁開度 θTH に応じ、トルク出力を重視して設定されている。

【0062】前記ステップ93の答がNO、すなわちスロットル弁31がほぼ全開状態にないときには、リーンバーンフラグF_{LB}が「1」にセットされているか否かを判別する（ステップ97）。F_{LB}=1、すなわちエンジン3がリーンバーン運転されているときには、マップ検索値CAINCMDXを値0、すなわち最遅角状態に設定する（ステップ98）。

【0063】前記ステップ97でF_{LB}=0のとき、すなわちエンジン3がストイキ運転されているときには、前記ステップ94と同様、バルブタイミングフラグF_{VTEC1}の判別を行う（ステップ99）。そして、Hi. V/T運転のときには、図示しないマップから、非全開時Hi. V/T用マップ値#CICMD_Hを検索し、マップ検索値CAINCMDXとして設定する（ステップ100）。一方、ステップ99でLo. V/T運転と判別されたときには、上記とは別個に設定された図示しないマップから、非全開時Lo. V/T用マップ値#CICMD_Lを検索し、マップ検索値CAINCMDXとして設定する（ステップ101）。これらのマップ値#CICMD_H、#CICMD_Lは、エンジン回転数NEおよび吸気管内絶対圧PBAに応じ、燃費を重視して設定されている。

【0064】以上のようにマップ検索値CAINCMDXを設定した後、ステップ102に進み、保持学習完了フラグF_{HODLRNOK}が「1」にセットされているか否かを判別する。この保持学習完了フラグF_{HODLRNOK}は、後述する図17、図18および図20の保持デューティ学習値算出処理サブルーチンにおいて、保持デューティ学習値DVTHLDの学習が完了したときに「1」にセットされるものである。ステップ102でF_{HODLRNOK}=1のとき、すなわち保持デューティ学習値DVTHLDの学習が完了しているときには、そのままステップ104以降に進む。一方、F_{HODLRNOK}=0のとき、すなわち保持デューティ学習値DVTHLDの学習が完了していないときには、それまでに設定されたマップ検索値CAINCMDXに値1よりも小さな制限係数#KCCMDHLD（例えば0.6）を乗算し、新たなマップ検索値CAINCMDXとして設定した（ステップ103）後、ステップ104以降に進む。

【0065】以上のように、保持デューティ学習値DVTHLDの学習が完了していないときに、マップ検索値CAINCMDXを制限係数#KCCMDHLDによって小さな値に制限するのは、以下の理由による。すなわち、前述したように、保持デューティ値は、油圧制御弁10を中立位置に保持するように設定された値である。また、保持デューティ学習値DVTHLDは、後述するように、この保持デューティ値を学習したものであるとともに、出力デューティ比DOU_{TVT}のPIDフィードバック制御を開始する際のI項DVI_{IN}の初期値と

して使用されるものである。したがって、このような保持デューティ学習値DVTHLDの学習により、VTC8および油圧制御弁10の公差や経年変化などによるずれを適切に吸収しながら、フィードバック制御の開始時に油圧制御弁10を中立位置に精度良く位置させることで、ハンチングの少ない収束性の良いフィードバック制御が達成される。

【0066】逆にいえば、保持デューティ学習値DVTHLDの学習完了前においては、フィードバック制御の開始時における油圧制御弁10の実際の位置が中立位置からずれている可能性があり、その位置を初期値として制御される実カム位相CAINも、そのずれ分に応じてずれてしまう。特に、このずれが進角側に生じている場合には、バルブオーバーラップが過大となるのに伴い、内部EGR量が過大になることで、燃焼性ひいては運転性が悪化するおそれがある。したがって、前述したように、保持デューティ学習値DVTHLDの学習が完了していないときに、マップ検索値CAINCMDXに制限係数#KCCMDHLDを乗算して、これを低減し、目標カム位相CAINCMDを制限することによって、そのような不具合を確実に解消することができる。

【0067】次いで、ステップ104～106において、大気圧に応じたリミット処理を実行する。まず、ステップ104では、図14に一例を示すテーブルに基づき、大気圧PAに応じて大気圧補正係数#CLMTPAを検索した後、これをマップ検索値CAINCMDXに乗算し、リミット値CCMDLMTとして設定する。同図に示すように、この大気圧補正係数#CLMTPAは、基本的に大気圧PAが低いほどより小さな値に設定されている。具体的には、大気圧補正係数#CLMTPAは、第1格子点PA1（例えば550mmHg）以下では、1.0未満の小さな値である第1所定値CLMTPA1（例えば0.8）に、第2格子点PA2（例えば680mmHg）以上では、より大きな値である第2所定値CLMTPA2（例えば1.0）に設定されている。

【0068】次に、マップ検索値CAINCMDXが設定したリミット値CCMDLMT以上であるか否かを判別する（ステップ105）。そして、CAINCMDX<CCMDLMTのときには、そのまま本プログラムを終了し、マップ検索値CAINCMDXを保持する一方、CAINCMDX≥CCMDLMTのときには、マップ検索値CAINCMDXをリミット値CCMDLMTに設定し（ステップ106）、本プログラムを終了する。以上のリミット処理により、大気圧PAが低いために吸気管内絶対圧PBAが実際の負荷よりも低負荷側に検出されるような運転状態において、進角のし過ぎおよびそれに伴う過大なバルブオーバーラップを回避することで、燃焼性の悪化を確実に防止することができる。

【0069】図15および図16は、図2のステップ4

で実行される出力デューティ比算出処理のサブルーチンを示す。前述したように、この出力デューティ比算出処理は、図10および図11のサブルーチンで算出した目標カム位相CAINCMDと検出された実カム位相CAINとに応じて、出力デューティ比DOUVTを算出し、そのフィードバック制御を実行するものである。

【0070】まず、ステップ111において、それまでに算出されたカム位相偏差DCAINCMD（目標カム位相CAINCMD－実カム位相CAIN）をカム位相偏差の前回値DCAINCMDXとしてストアする。次いで、VTC作動許可フラグF_VTCが「1」にセットされているか否かを判別する（ステップ112）。この答がNO、すなわちF_VTC=0であって、VTC制御の実行条件が成立していないときには、ステップ113～118に進み、カム位相偏差DCAINCMDを値0に設定する（ステップ113）とともに、後述するPIDフィードバック制御のI項（積分項）DVIINを保持デューティ学習値DVTHLDに設定する（ステップ114）。これにより、フィードバック制御を開始する際に、保持デューティ学習値DVTHLDがI項DVIINの初期値として使用される。

【0071】また、後述する算出デューティ値DVINを値0に設定する（ステップ115）。さらに、後述するパータベションタイマTDVINに値0をセットし（ステップ116）、パータベションフラグF_DVINPBを「0」にセットする（ステップ117）とともに、出力デューティ比DOUVTを値0に設定し（ステップ118）、本プログラムを終了する。以上により、VTC制御の実行条件が成立していないときは、出力デューティ比DOUVTが値0に設定されることで、油圧制御弁10の作動が禁止され、カム位相CAINは最遅角位置に保持される。

【0072】一方、前記ステップ112の答がYES、すなわちF_VTC=1であって、VTC制御の実行条件が成立しているときには、目標カム位相CAINCMDと実カム位相CAINとの偏差（CAINCMD－CAIN）を今回のカム位相偏差DCAINCMDとして算出する（ステップ119）。次いで、算出したカム位相偏差DCAINCMDが値0より大きいかなんかを判別する（ステップ120）。この答がYES、すなわちDCAINCMD>0であって、目標カム位相CAINCMDが実カム位相CAINよりも大きいときには、実カム位相CAINを進角側にPIDフィードバック制御すべく、そのP項ゲインKVP、I項ゲインKVIおよびD項ゲインKVDを、互いに同一の固定値である進角用ゲイン#KVPA、#KVIAおよび#KVDAにそれぞれ設定する（ステップ121）。

【0073】一方、前記ステップ120の答がNO、すなわちDCAINCMD≤0であって、目標カム位相CAINCMDが実カム位相CAIN以下のときには、実

カム位相CAINを遅角側に制御すべく、P項ゲインKVP、I項ゲインKVIおよびD項ゲインKVDを、互いに同一でかつ上記進角用ゲインと同一の固定値である遅角用ゲイン#KVPR、#KVIRおよび#KVDRにそれぞれ設定する（ステップ122）。なお、上記の例では、6つのゲインがすべて同一値に設定されているが、遅角用ゲインを進角用ゲインよりも大きくあるいは小さく設定することも可能である。

【0074】次いで、ステップ121または122で算出したP項ゲインKVP、I項ゲインKVIおよびD項ゲインKVDを用い、次式によって、P項DVPIN、I項DVIINおよびD項DVDINをそれぞれ算出する（ステップ123）。

$$DVPIN \leftarrow KVP * DCAINCMD$$

$$DVIIN(n) \leftarrow KVI * DCAINCMD + DVIIN$$

$$DVDIN \leftarrow KVD * (DCAINCMD - DCAINCMD)$$

【0075】次に、ステップ125～128において、上記ステップ123で算出したI項DVIINのリミット処理を実行する。すなわち、I項DVIINがその上限値#DVLMTIH（例えば65%）より大きいかなんかを判別し（ステップ125）、DVIIN>#DVLMTIHのときには、I項DVIINをこの上限値#DVLMTIHに設定する（ステップ126）。ステップ125の答がNOのときには、I項DVIINがその下限値#DVLMTIL（例えば45%）より小さいかなんかを判別し（ステップ127）、DVIIN<#DVLMTILのときには、I項DVIINをこの下限値#DVLMTILに設定する（ステップ128）。ステップ127の答がNO、すなわち#DVLMTIL≤DVIIN≤#DVLMTIHのときには、I項DVIINを保持する。以上のI項DVIINのリミット処理の後、P項DVPIN、I項DVIINおよびD項DVDINを加算して、算出デューティ値DVINを算出する（ステップ129）。

【0076】次いで、ステップ130～139においてパータベション処理を実行する。このパータベション処理は、油圧制御弁10が保持状態にあるときの作動油の漏れなどに起因するVTC8の進角室および遅角室の油圧低下によるカム位相保持力の低下を防止するために、油圧制御弁10を中立位置を中心として進角側と遅角側に交互に往復動（強制振動）させることによって、VTC8の進角室および遅角室に油圧を供給するものである。

【0077】まず、エンジン水温TWがその上限値#TWDVPB（例えば100℃）より高いかなんかを判別する（ステップ130）。TW≤#TWDVPBのときには、作動油温がそれほど高くなく、その高温化による油圧低下のおそれがないとして、パータベション処理

は実行せず、ステップ140に進み、出力デューティ比DOUVTを、ステップ129で算出した算出デューティ値DVINに設定する。前記ステップ130の答がYES、すなわちTW>#TWDVPBのときには、算出デューティ値DVINが、その下限値#DVIPBL（例えば45%）以上でかつ上限値#DVIPBH（例えば60%）以下であるか否かを判別する（ステップ131）。この判別は、算出デューティ値DVINが油圧制御弁10を保持状態にするような値になっているか否かを判別するためのものである。したがって、このステップ131の答がNO、すなわちDVIN<#DVIPBLまたはDVIN>#DVIPBHのときには、パターベーション処理は実行すべき条件にないとして、前記ステップ140に進む。

【0078】一方、前記ステップ131の答がYES、すなわち#DVIPBL≤DVIN≤#DVIPBHのときには、パターベーション処理の実行条件が成立したとして、ステップ132以降でこれを実行する。まず、パターベーションタイマのタイマ値TDVINが値0であるか否かを判別する（ステップ132）。このパターベーションタイマTDVINは、前記ステップ116において、VTC制御の実行条件外で値0にセットされていて、ステップ132の最初の答がYESになるので、次にステップ133に進み、パターベーションタイマTDVINに所定時間#TMDVPB（例えば0.1秒）をセットする。次いで、パターベーションフラグF_DVINPBが「1」にセットされているか否かを判別する（ステップ134）。このパターベーションフラグF_DVINPBもまた、前記ステップ117で「0」にセットされていて、ステップ134の最初の答はNOとなるので、次にステップ135に進み、パターベーションフラグF_DVINPBを「1」にセットする。ステップ134の答がYESのときには、逆に「0」にセットする（ステップ136）。すなわち、パターベーションフラグF_DVINPBは、所定時間#TMDVPBごとに「1」「0」間で反転される。

【0079】前記ステップ135または136に続くステップ137では、パターベーションフラグF_DVINPBにセットされているか否かを判別し、F_DVINPB=1のときには、算出デューティ値DVINに加算量#DVINBPB（例えば5%）を加算した値を、出力デューティ比DOUVTとして設定する（ステップ138）。一方、ステップ137でF_DVINPB=0のときには、算出デューティ値DVINから、加算量#DVINBPBと同一値の減算量#DVINPBM（例えば5%）を減算した値を、出力デューティ比DOUVTとして設定する（ステップ138）。

【0080】以上のパターベーション処理により、その実行条件が成立している限り、算出デューティ値DVINに対する、加算量#DVINBPBの加算と、減算量

#DVINPBMの減算とが、所定時間#TMDVPBの周期で交互に実行される。その結果、油圧制御弁10が保持状態にあるときに作動油圧を強制的に補充することで、VTC8の油圧低下によるカム位相保持力の低下が防止され、油圧制御弁10が中立位置に確実に保持される。なお、上記の例では、加算量#DVINBPBと減算量#DVINPBMが同じ値に設定されているが、カム反力による遅角側への吸気カム6aの戻り傾向を補償するために、加算量#DVINBPBを減算量#DVINPBMよりも大きな値に設定することも可能である。

【0081】次いで、前記ステップ138、139または140に続くステップ141では、前述したクリーニング許可フラグF_VTCCLNが「1」にセットされているか否かを判別する。F_VTCCLN=1、すなわちクリーニングの実行条件が成立しているときには、これを実行すべく、出力デューティ比DOUVTをその上限値#DVLMT（例えば90%）に設定し（ステップ142）、本プログラムを終了する。

【0082】一方、ステップ141でF_VTCCLN=0のときには、出力デューティ比DOUVTのリミット処理を実行する。すなわち、出力デューティ比DOUVTが前記上限値#DVLMTよりも大きいのか否かを判別し（ステップ143）、DOUVT>#DVLMTのときには、前記ステップ142に進み、出力デューティ比DOUVTを上限値#DVLMTに設定する。ステップ143の答がNOのときには、出力デューティ比DOUVTがその下限値#DVLMTL（例えば10%）よりも小さいか否かを判別し（ステップ144）、DOUVT<#DVLMTLのときには、出力デューティ比DOUVTを下限値#DVLMTLに設定する（ステップ145）。ステップ144の答がNO、すなわち#DVLMTL≤DOUVT≤#DVLMTのときには、出力デューティ比DOUVTを保持し、本プログラムを終了する。

【0083】図17および図18は、図2のステップ5で実行される保持デューティ学習値算出処理のサブルーチンを示す。前述したように、この保持デューティ学習値算出処理は、VTC8や油圧制御弁10のハード面のばらつきなどから生じる保持デューティ値のずれを吸収するために、その学習を行い、保持デューティ学習値DVTHLDとして算出するものであり、算出された保持デューティ学習値は、フィードバック制御開始時のI項DVIIINの初期値として用いられる。

【0084】まず、ステップ151において、VTC作動許可フラグF_VTCが「1」にセットされているか否かを判別する。この答がNO、すなわちVTC制御の実行条件が成立していないときには、実カム位相偏差算出タイマTCAHLDに所定時間#TMCAHLD（例えば0.5秒）をセットし（ステップ152）、そのと

きの実カム位相CAINをその前回値CAINXとしてストアする(ステップ153)とともに、学習実行ディレイタイマTHLDDLYに所定時間#TMHLDDLY(例えば2秒)をセットし(ステップ154)、本プログラムを終了する。

【0085】前記ステップ151でF_VTC=1、すなわちVTC制御の実行条件が成立しているときには、ステップ155~158において、保持デューティ学習の実行条件が成立しているか否かを判定する。この判定は、油圧制御弁10が保持デューティ学習を実行可能な安定した保持状態にあるか否かを判定するものである。すなわち、エンジン水温TWが、その下限値#TWCAHLDDL(例えば80℃)と上限値#TWCAHLDDH(例えば110℃)の間にあるか否か(ステップ155)、エンジン回転数NEが、その下限値#NECAHLDDL(例えば1000rpm)と上限値#NECAHLDDH(例えば4000rpm)の間にあるか否か(ステップ156)、カム位相偏差の絶対値|DCAINCMD|がその判定値#DCACMHLD(例えば3°)より小さいか否か(ステップ157)、および、実カム位相の今回値CAINと前回値CAINXの偏差の絶対値|CAIN-CAINX|がその判定値#DCAHLDD(例えば1°)以下であるか否か(ステップ158)をそれぞれ判別する。これらの答のいずれかがNOのときには、油圧制御弁10が安定した保持状態になく、保持デューティ学習の実行条件が成立していないとして、前記ステップ152~154を実行し、本プログラムを終了する。

【0086】一方、前記ステップ155~158の答がすべてYES、すなわちエンジン水温TWおよびエンジン回転数NEがそれぞれの所定範囲内にあり、カム位相偏差DCAINCMDおよび実カム位相CAINの変動量が小さいときには、油圧制御弁10が安定した保持状態にあり、保持デューティ学習の実行条件が成立していると判定する。

【0087】次いで、実カム位相偏差算出タイマのタイマ値TCAHLDが値0であるか否かを判別する(ステップ159)。この答がNOのときには、そのまま本プログラムを終了する一方、TCAHLD=0のときには、再度、実カム位相偏差算出タイマTCAHLDに所定時間#TMCAHLDをセットする(ステップ160)とともに、実カム位相の前回値CAINXをそのときの実カム位相CAINに更新する(ステップ161)。すなわち、実カム位相偏差算出タイマTCAHLDは、前記ステップ155~158がクリアされただけでは、実カム位相CAINが移行中である可能性があることから、そのような状態で学習が実行されるのを排除するために、実カム位相CAINが明らかに安定した位置に保持されていることを確認するための待ちタイマである。次に、学習実行ディレイタイマのタイマ値THL

DDLYが値0であるか否かを判別し(ステップ162)、この答がNOのときには、そのまま本プログラムを終了する一方、THLDDLY=0のときには、ステップ163に進み、保持デューティ学習値DVTHLDの算出を行う。

【0088】以上のように、保持デューティ学習の実行条件の成立後、学習実行ディレイタイマTHLDDLYで計時される所定時間#TMHLDDLYが経過するまでは、実カム位相偏差算出タイマTCAHLDで計時される各所定時間#TMCAHLDの間、実カム位相の前回値CAINXが実カム位相CAINに保持され、そのように保持された実カム位相の前回値CAINXを用いて、ステップ158において実カム位相CAINの変動度合が判別される。これにより、前回値CAINXを基準として所定時間#TMCAHLD内の全期間にわたる実カム位相CAINの変動量を算出でき、その安定性を適切に判定することができる。また、油圧制御弁10の安定した保持状態が所定時間#TMHLDDLY以上、継続したときに初めて、保持デューティ学習値DVTHLDを算出し、更新するので、その学習を適切に精度良く行うことができる。

【0089】次いで、ステップ163において、保持デューティ学習値DVTHLDを次式によって算出する。
$$DVTHLD = \#CVTHLD \times DVIN / 256 + (256 - \#CVTHLD) \times DVTHLD / 256$$
ここで、#CVTHLDはなまし係数であり、例えば0.5に設定される。また、算出された保持デューティ学習値DVTHLDは、バックアップRAMに記憶されるとともに、バッテリーキャンセル時に初期値#DVTHLDIN(例えば50%)にセットされる。

【0090】次に、算出した保持デューティ学習値DVTHLDのリミット処理を行う(ステップ164)。図19はそのサブルーチンを示している。他の変数のリミット処理と同様、まず保持デューティ学習値DVTHLDがその下限値#DVTHLDL(例えば40%)よりも小さいか否かを判別し(ステップ171)、 $DVTHLD < \#DVTHLDL$ のときには、保持デューティ学習値DVTHLDを下限値#DVTHLDLに設定する(ステップ172)。ステップ171の答がNOのときには、保持デューティ学習値DVTHLDがその上限値#DVTHLDH(例えば60%)よりも大きいかなかを判別し(ステップ173)、 $DVTHLD > \#DVTHLDH$ のときには、保持デューティ学習値DVTHLDを上限値#DVTHLDHに設定する(ステップ174)。ステップ173の答がNO、すなわち $\#DVTHLDL \leq DVTHLD \leq \#DVTHLDH$ のときには、保持デューティ学習値DVTHLDを保持し、本プログラムを終了する。

【0091】図18に戻り、前記ステップ164に続くステップ165において、保持デューティ学習が完了し

たか否を判定する判定処理を実行した後、本プログラムを終了する。図20はそのサブルーチンを示している。なお、この判定処理で設定された保持学習完了フラグF__HLDLRNOKは、バックアップRAMに記憶されるとともに、バッテリーキャンセル時には「0」にリセットされるものである。まず、ステップ181において、保持学習完了フラグF__HLDLRNOKが「1」にセットされているか否かを判別する。F__HLDLRNOK=0のときには、学習更新回数NCAHLDに値1を加算する(ステップ182)。以降、ステップ108の実行ごとに、すなわち保持デューティ学習値DVTHLDが更新されるごとに、学習更新回数NCAHLDに値1が加算される。なお、この学習更新回数NCAHLDもまた、バッテリーキャンセル時には「0」にリセットされる。

【0092】次いで、学習更新回数NCAHLDが所定回数#NHLDOK(例えば20回)以上になったか否かを判別する(ステップ183)。NCAHLD<#NHLDOKのときには、本プログラムを終了する一方、NCAHLD \geq #NHLDOKのとき、すなわち保持デューティ学習値DVTHLDの学習更新回数が所定回数#NHLDOKに達したときには、その学習が十分に行われ、完了したとして、保持学習完了フラグF__HLDLRNOKを「1」にセットし(ステップ184)、本プログラムを終了する。その後は、前記ステップ181の答がNOとなり、そのまま本プログラムを終了することで、保持学習完了フラグF__HLDLRNOKは「1」に保持される。設定された保持学習完了フラグF__HLDLRNOKは、前述したように、図13のステップ102において、保持デューティ学習完了の判別に用いられる。

【0093】図21および図22は、図2のステップ6で実行される零点学習値算出処理のサブルーチンを示す。前述したように、この零点学習値算出処理は、実カム位相CAINを算出するためのカム角センサ28の出力角度CASVINの零点のずれを吸収するために、VTC停止時、最遅角状態にあるときの出力角度CASVINを零点として学習し、零点学習値CAINZPとして算出するものである。算出された零点学習値CAINZPは、例えば実カム位相CAINの算出に用いられ、その場合、前述した出力角度CASVINとカム位相CAINとの関係から、実カム位相CAINは、CAIN=CASVIN-CAINZPで求められる。

【0094】この算出処理ではまず、指定のフェールセーフ(F/S)を表す信号が検知されているか否かを判別し(ステップ191)、検知されているときには零点学習を禁止し、本プログラムを終了する。ステップ191の答がNOのときには、始動後の経過時間を計時する始動後禁止タイマのタイマ値TMO1ACRが、所定時間#TMZPAST(例えば10秒)よりも大きいかな

かを判別する(ステップ192)。この答がNO、すなわちTMO1ACR \leq #TMZPASTのときには、始動後の経過時間が短く、エンジン3の運転状態が安定していないとして、零点学習を禁止し、本プログラムを終了する。ステップ192の答がYESのときには、VTC制御実行条件判定処理(図4)で設定されるVTC作動不能フラグF__VTCSTPが「1」にセットされているか否かを判別する(ステップ193)。F__VTCSTP=1のときには、VTC8が作動できない状態にあるので、零点学習を禁止し、本プログラムを終了する。

【0095】一方、ステップ193でF__VTCSTP=0のときには、上記3つの条件がクリアされ、零点学習の基本的な条件が成立しているとして、次いで、零点算出周期タイマのタイマ値TIZPが値0であるか否かを判別する(ステップ194)。この答がYESのときには、零点算出周期タイマTIZPに所定時間#TMINZP(例えば0.1秒)をセットする(ステップ195)。前記ステップ194の答がNO、すなわち零点算出周期タイマTIZPのセット後、所定時間#TMINZPが経過していないときには、本プログラムを終了する。

【0096】前記ステップ195に続くステップ196では、VTC作動許可フラグF__VTCが「1」にセットされているか否かを判別する。F__VTC=1のとき、すなわちVTC8が作動中のときには、最遅角移行待ちタイマTZPDLYに所定時間#TMZPDLY(例えば0.3秒)をセットする(ステップ197)とともに、学習実行ディレイタイマTCAINZPに所定時間#TCAINZP(例えば10秒)をセットした(ステップ198)後、後述するステップ207に進む。なお、この学習実行ディレイタイマTCAINZPは、イグニッションスイッチON時にも、所定時間#TCAINZPにセットされる。

【0097】前記ステップ196の答がNO、すなわちF__VTC=0であって、VTC8が停止中のときには、前記ステップ197でセットした最遅角移行待ちタイマのタイマ値TZPDLYが値0であるか否かを判別する(ステップ199)。この答がNO、すなわちVTC8の停止後、所定時間#TMZPDLYが経過していないときには、VTC8が、その移行遅れにより最遅角位置に達していない可能性があるため、零点学習は実行せず、前記ステップ198に進む。前記ステップ199の答がYES、すなわちVTC8の停止後、所定時間#TMZPDLYが経過したときには、エンジン回転数NEがその下限値#NCAINZPL(例えば500rpm)以上であるか否か(ステップ200)、およびエンジン回転数NEの変動量DNEがその上限値#DNEINZP(例えば10rpm)よりも小さいか否か(ステップ201)をそれぞれ判別する。両ステップ200、

201の答のいずれかがNOのときには、前記ステップ198に進む。一方、両ステップ200、201の答がともにYESのとき、すなわちエンジン回転数NEが低くなく、かつその変動量DNEが小さいときには、零点学習の実行条件が成立しているとして、ステップ202に進む。

【0098】このステップ202では、カム角センサ28の出力角度CASVINが、その中央値CAINZIDXと更新下限幅#CAINXDLL（例えば2°）との差（CAINZIDX-#CAINXDLL）以上で、かつ中央値CAINZIDXと更新上限幅#CAINXDUL（例えば2°）との和（CAINZIDX+#CAINXDUL）以下であるか否かを判別する（以下、上記で規定される範囲を「更新リミット範囲」という）。なお、中央値CAINZIDXは、イグニッションON時、バックアップRAMに記憶されていた零点学習値CAINZPにセットされる。ステップ202の答がNO、すなわち出力角度CASVINが上記更新リミット範囲から外れているときには、前記ステップ198と同様、学習実行ディレイタイマTCAINZPに所定時間#TCAINZPをセットする（ステップ203）とともに、中央値CAINZIDXをそのときの出力角度CASVINに設定し、更新した（ステップ204）後、後述するステップ207に進む。

【0099】一方、前記ステップ202の答がYES、すなわち出力角度CASVINが更新リミット範囲内にあるときには、学習実行ディレイタイマのタイマ値TCAINZPが値0であるか否かを判別する（ステップ205）。この答がNO、すなわちTCAINZP=0でないときには、後述するステップ207に進む一方、YESのときには、零点学習値CAINZPをそのときの中央値CAINZIDXに設定し、更新する（ステップ206）。このように、出力角度CASVINが更新リミット範囲から外れたときに、そのCASVIN値を中央値CAINZIDXとして随時、更新するとともに、出力角度CASVINが更新リミット範囲内にある状態が所定時間#TCAINZP以上、継続したときに初めて、零点学習値CAINZPを算出し、更新するので、その学習を適切に精度良く行うことができる。なお、算出した零点学習値CAINZPは、バックアップRAMに記憶されるとともに、バッテリーキャンセル時、その初期値#CAINZPS（例えば25°）にセットされる。

【0100】次に、ステップ207～210において、算出した零点学習値CAINZPのリミット処理を行う。まず、零点学習値CAINZPが、上記初期値#CAINZPSとリミット補正項#DCAINZP（例えば5°）との和（#CAINZPS+#DCAINZP）以上であるか否かを判別し（ステップ207）、その答がYESのときには、零点学習値CAINZPを上

記に設定する（ステップ208）。ステップ207の答がNOのときには、零点学習値CAINZPが、初期値#CAINZPSとリミット補正項#DCAINZPとの差（#CAINZPS-#DCAINZP）以下であるか否かを判別し（ステップ209）、その答がYESのときには、零点学習値CAINZPを上記差に設定する（ステップ210）。ステップ209の答がNOのときには、零点学習値CAINZPを保持し、本プログラムを終了する。以上のリミット処理により、零点学習値CAINZPは、初期値#CAINZPSを中心とする片側#DCAINZPの範囲内で算出される。

【0101】以上のように、本実施形態によれば、図17および図18の保持デューティ学習値算出処理において、所定の学習条件が成立したときに保持デューティ学習値DVTHLDを算出するとともに、この保持デューティ学習値DVTHLDをフィードバック制御開始時のI項DV IINの初期値として使用する（図15のステップ114、123）。したがって、VTC8および油圧制御弁10の公差や経年変化などによるずれを適切に吸収しながら、フィードバック制御の開始時に油圧制御弁10を中立位置に精度良く位置させることで、ハンチングの少ない収束性の良いフィードバック制御を達成することができる。

【0102】また、保持デューティ学習値DVTHLDの学習更新回数NCAHLDをカウントし、それが所定回数#NHL DOKに達したときに、保持デューティ学習値DVTHLDの学習が十分に行われ、完了したと判定し、保持学習完了フラグF_HL DLRNOKを設定する（図20）。そして、保持デューティ学習値DVTHLDの学習が完了していないときには、目標カム位相のマップ検索値CAINCMDXに制限係数#KCCMDHLDを乗算して、これを低減することで、目標カム位相CAINCMDを制限する（図13のステップ102、103）。したがって、バッテリーキャンセル時に保持デューティ学習値DVTHLDが消失している場合や、その学習更新回数が不足している場合には、目標カム位相CAINCMDが制限される。その結果、学習が完了していないために、油圧制御弁10の位置が中立位置から進角側にずれた状態からフィードバック制御が開始され、かつ目標カム位相CAINCMDが進角側に設定されているような場合でも、目標カム位相CAINCMDが制限されることで、パルプオーバーラップを抑制し、それにより内部EGR量を抑制できるので、燃焼性の悪化ひいては運転性の悪化を確実に防止することができる。

【0103】なお、本発明は、説明した実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、実施形態で説明した保持デューティ学習値の学習完了の判定方法や、学習が完了していないときの目標カム位相の制限方法は、あくまで例示であり、他の適当

な手段を採用することが可能である。また、実施形態は、吸気カム位相を可変としたバルブタイミング制御装置に本発明を適用した例であるが、本発明は、排気カム位相を可変としたものに適用できることは、もちろんである。

【0104】

【発明の効果】以上のように、本発明の内燃機関のバルブタイミング制御装置は、収束性の良いカム位相のフィードバック制御を達成できるとともに、カム位相を変更するための制御値の学習値が完了していない場合の燃焼性の悪化を確実に防止することができるなどの効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による内燃機関のバルブタイミング制御装置の概略構成図である。

【図2】図1の制御装置によるVTC制御のメインフローである。

【図3】図2のVTC制御実行条件判定処理のサブルーチンのフローチャートである。

【図4】図3の残りの部分のフローチャートである。

【図5】図3で用いられるVTC制御開始判定用の水温テーブルの一例である。

【図6】図3で用いられるVTC制御開始判定用のTDC数積算値テーブルの一例である。

【図7】図3で用いられるTDC数積算値の算出サブルーチン、およびその代替としての要求燃料量積算値の算出サブルーチンである。

【図8】図4で用いられる下限エンジン回転数テーブルの一例である。

【図9】図2のクリーニング実行条件判定処理のサブルーチンのフローチャートである。

【図10】図2の目標カム位相算出処理のサブルーチンのフローチャートである。

【図11】図10の残りの部分のフローチャートである。

【図12】図10で実行される目標カム位相のマップ検索値の算出処理サブルーチンのフローチャートである。

【図13】図12の残りの部分のフローチャートである。

【図14】図13で用いられる大気圧リミット値テーブルの一例である。

【図15】図2の出力デューティ比算出処理のサブルーチンのフローチャートである。

【図16】図15の残りの部分のフローチャートである。

【図17】図2の保持デューティ学習値算出処理のサブルーチンのフローチャートである。

【図18】図17の残りの部分のフローチャートである。

【図19】図18で実行される保持デューティ学習値のリミット処理サブルーチンのフローチャートである。

【図20】図18で実行される保持学習完了フラグの設定処理サブルーチンのフローチャートである。

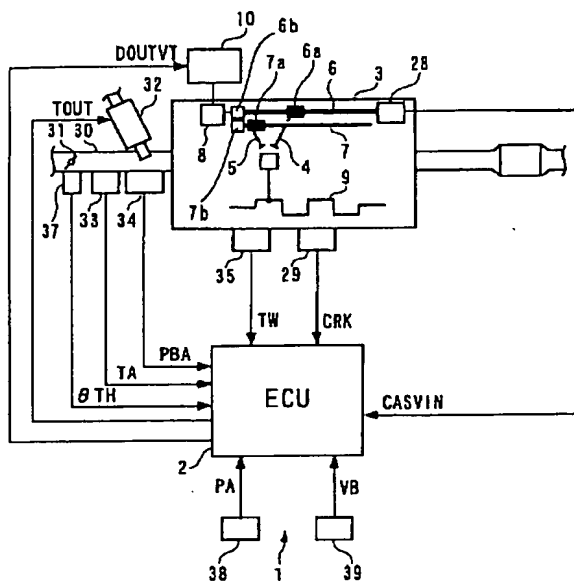
【図21】図2の零点学習値算出処理のサブルーチンのフローチャートである。

【図22】図21の残りの部分のフローチャートである。

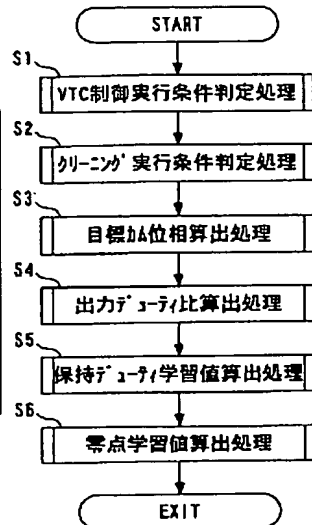
【符号の説明】

- 1 制御装置（バルブタイミング制御装置）
- 2 ECU（実カム位相検出手段、目標カム位相設定手段、フィードバック制御手段、学習値算出手段、積分項初期値設定手段、学習完了判定手段、目標カム位相制限手段）
- 3 エンジン（内燃機関）
- 4 吸気バルブ
- 5 排気バルブ
- 6 a 吸気カム
- 7 a 排気カム
- 8 カム位相可変機構
- 9 クランクシャフト
- 10 油圧制御弁
- 28 カム角センサ（実カム位相検出手段）
- 29 クランク角センサ（実カム位相検出手段）
- CAIN 実カム位相
- CAINCMD 目標カム位相
- DOUVT 油圧制御弁への出力デューティ比（制御値）
- DVTHLD 保持デューティ学習値（学習値）
- NCAHLD 学習更新回数
- #NHLDOK 所定回数
- F_HLDRNOK 保持学習完了フラグ
- #KCCMDHLD 制限係数

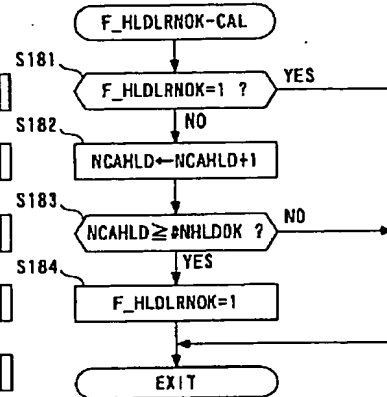
【図1】



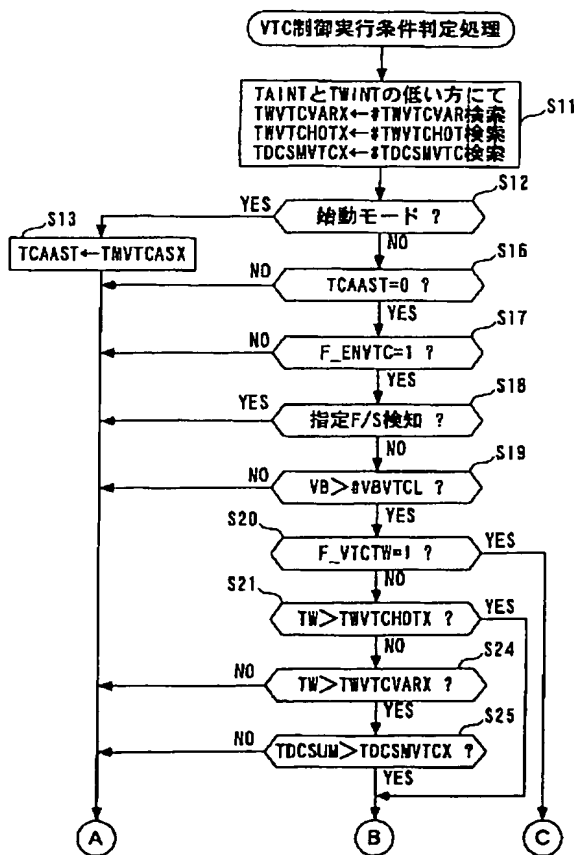
【図2】



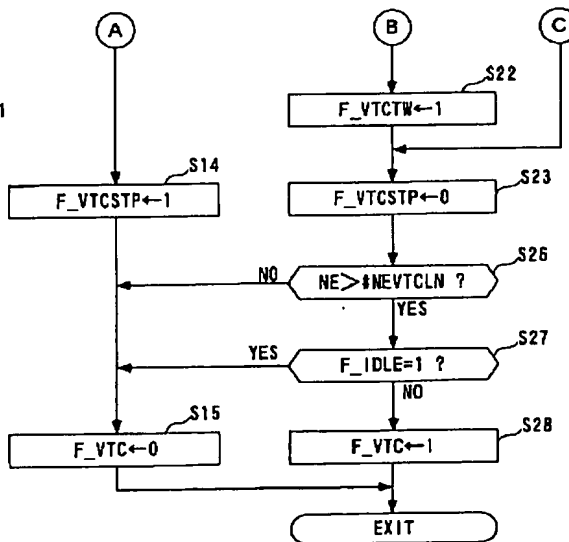
【図20】



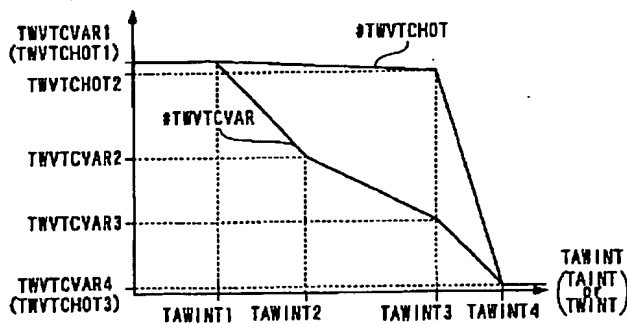
【図3】



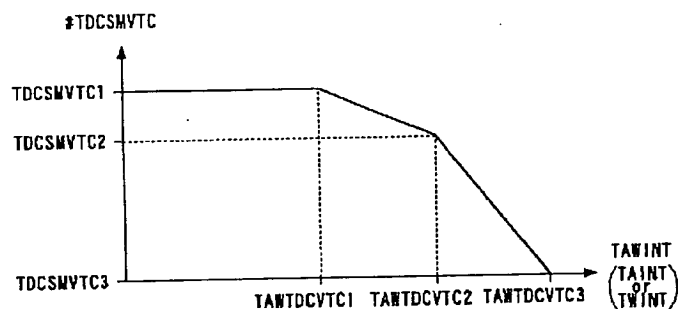
【図4】



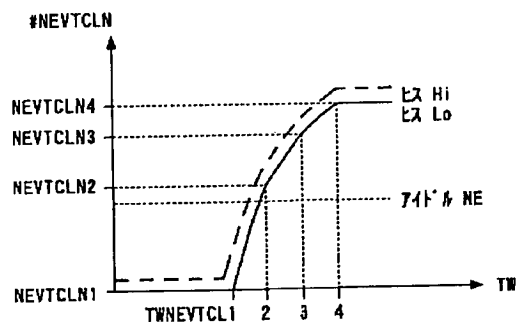
【図5】



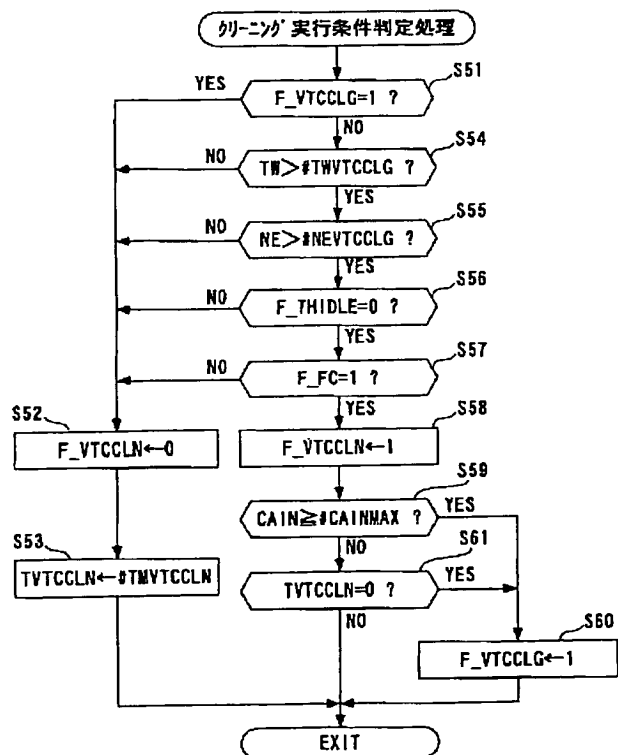
【図6】



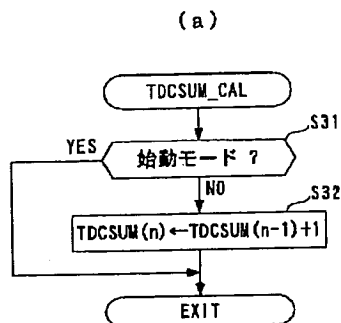
【図8】



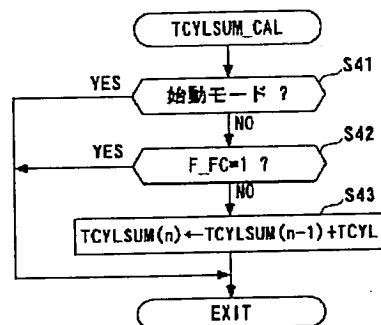
【図9】



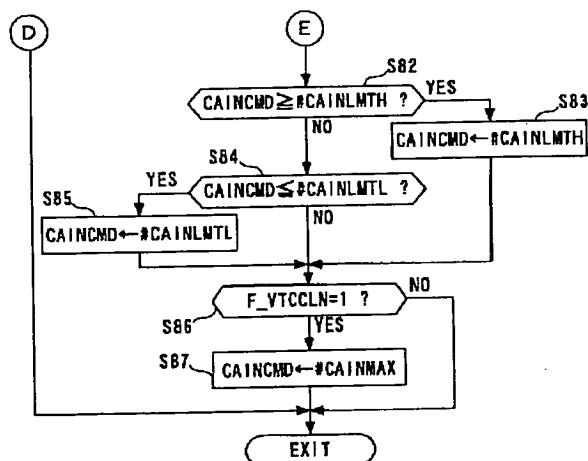
【図7】



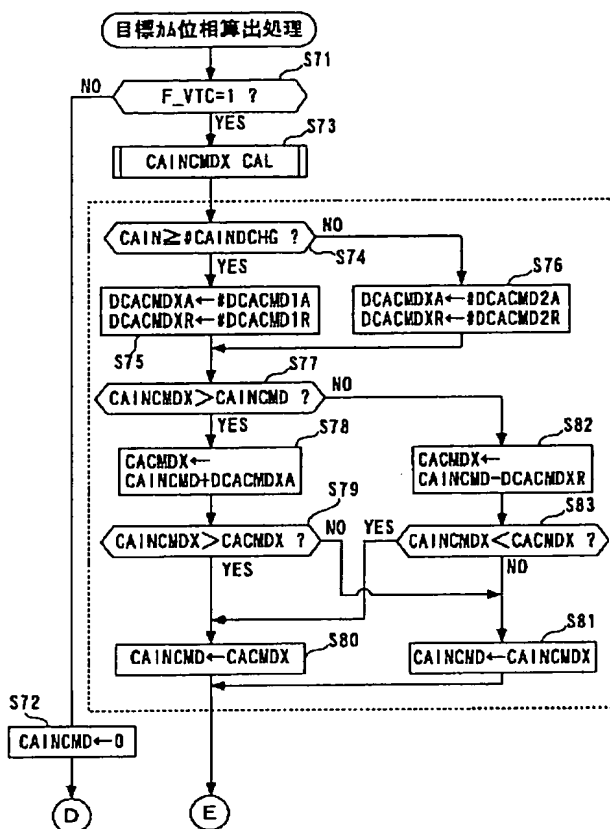
(b)



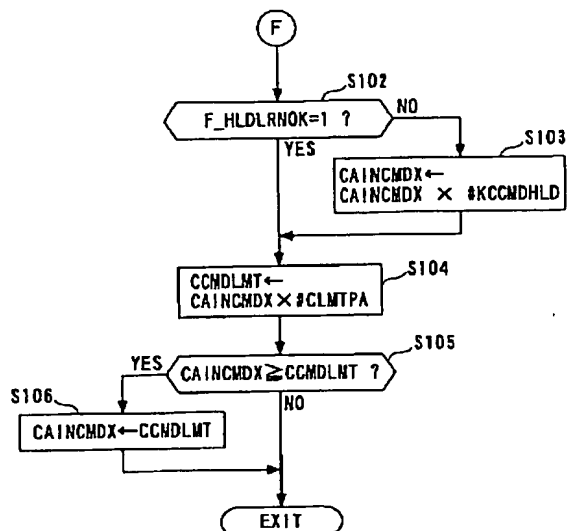
【図11】



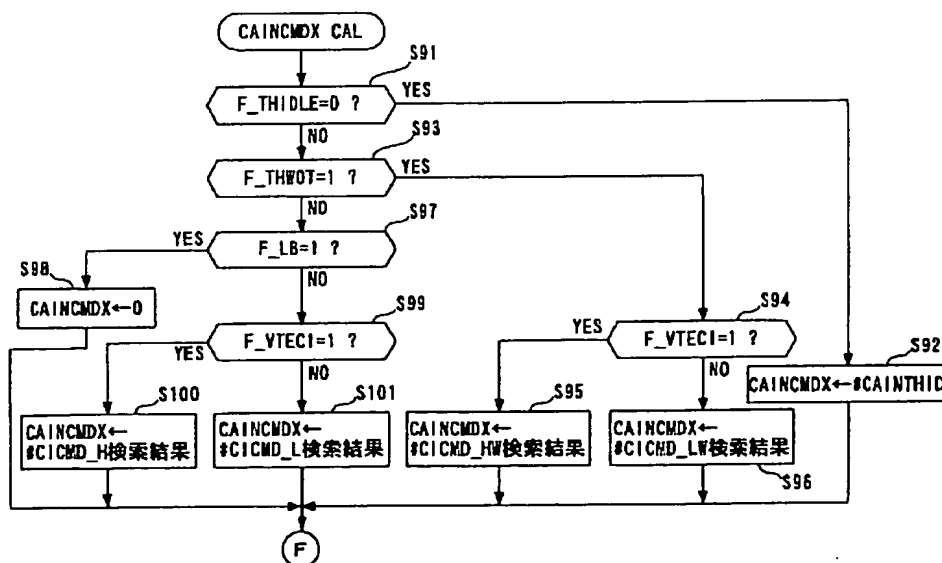
【図10】



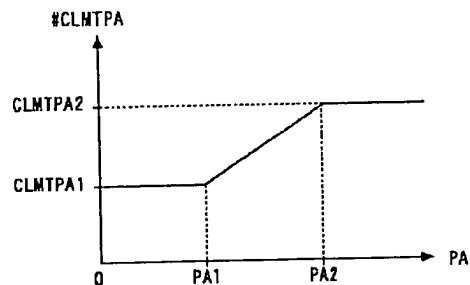
【図13】



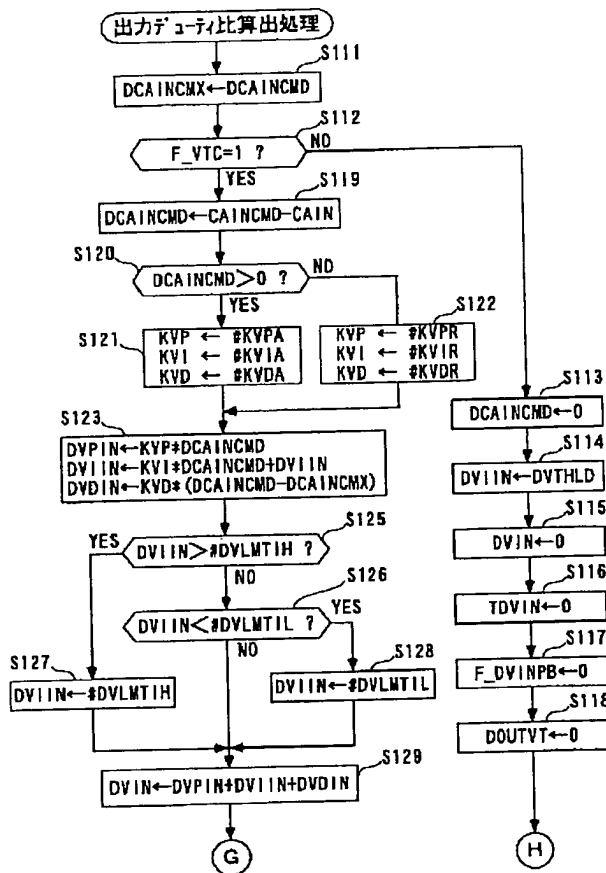
【図12】



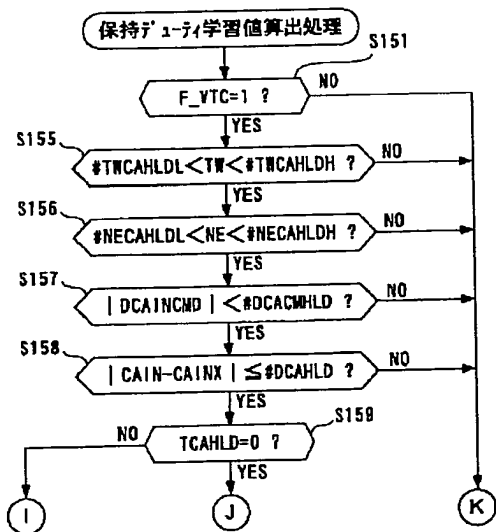
【図14】



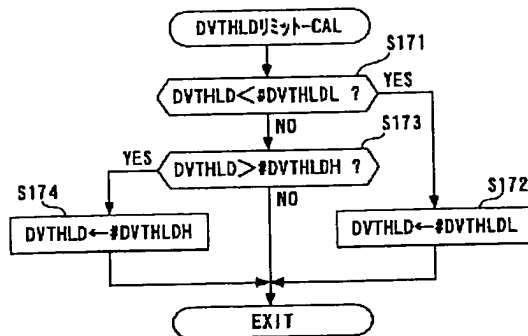
【図15】



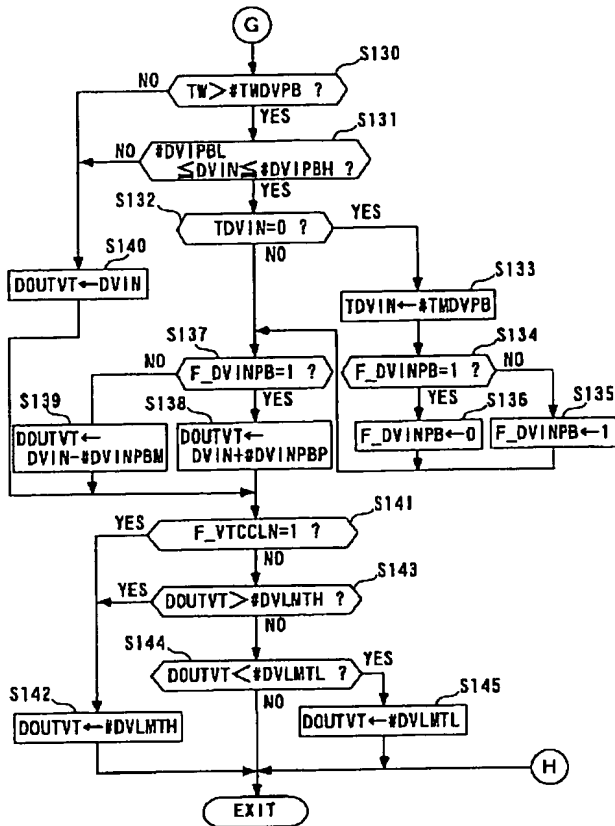
【図17】



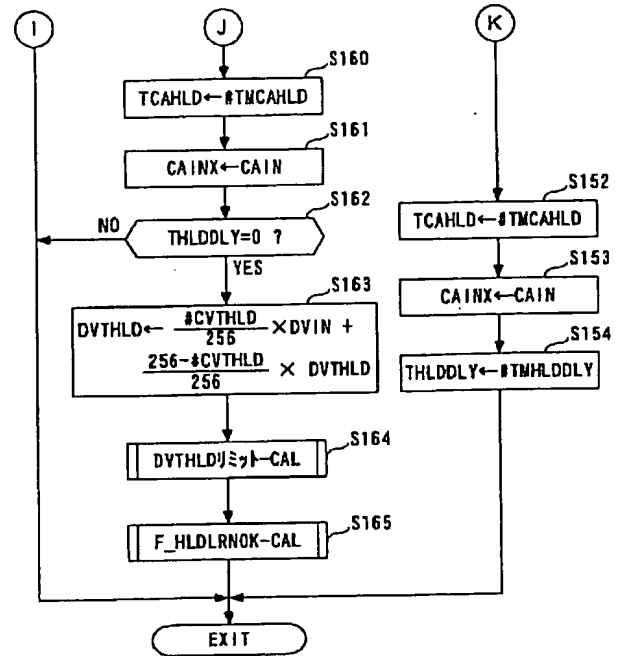
【図19】



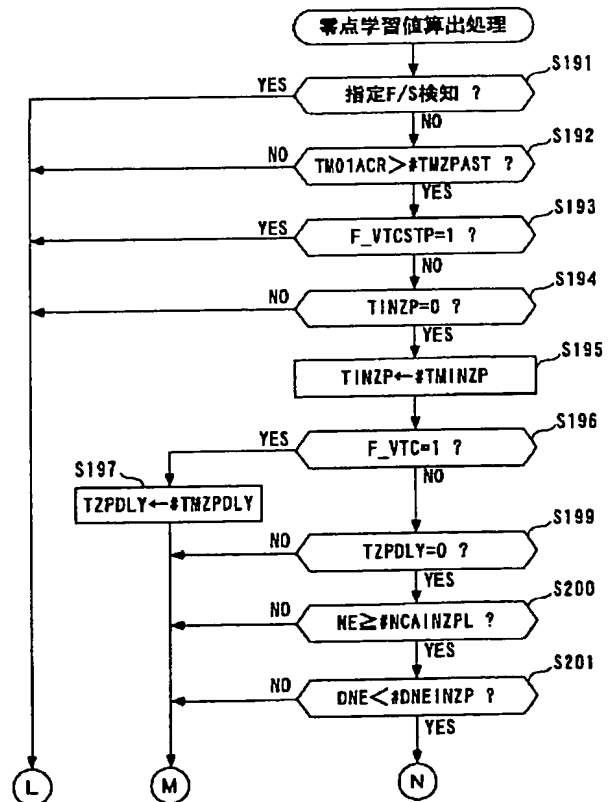
【図16】



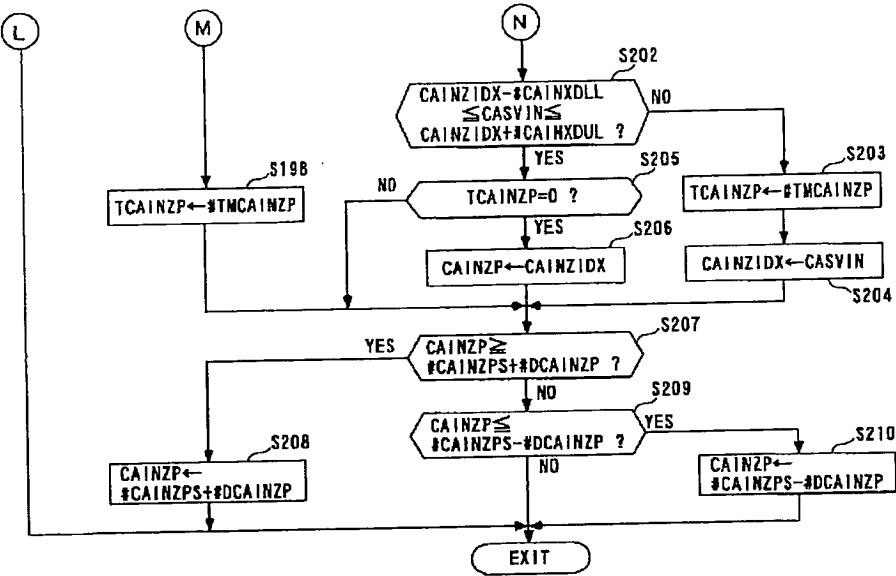
【図18】



【図21】



【図 2 2】



フロントページの続き

(72) 発明者 古川 智也
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会
社本田技術研究所内

F ターム(参考) 3G016 AA08 AA19 BA23 BA28 BA36
BA43 DA06 DA22 GA07
3G018 AA05 AB07 AB17 BA33 CA18
EA02 EA11 EA17 EA21 EA35
FA01 FA06 GA03
3G084 BA09 BA23 CA01 DA08 DA21
DA22 DA26 EB08 EB14 EB15
EB16 EB18 EB19 FA02 FA03
FA10 FA11 FA20 FA33 FA36
FA38
3G092 AA01 AA05 AA09 AA11 BA04
BB01 DA01 DA02 DA04 DA09
DF04 DF09 DG05 EA09 EA11
EA13 EA14 EA17 EA22 EA28
EA29 EB02 EB03 EB08 EC02
EC03 EC05 EC08 FA05 FA06
FA36 FA44 FA48 FB05 GA01
HA04Z HA05Z HA06Z HA13X
HA13Z HE01Z HE03Z HE08Z
HF02Z HF19Z
3G301 HA01 HA15 HA19 JA06 JA08
JA11 JA15 JA17 JB07 KA01
LA01 LA07 LB02 LC01 LC08
MA01 MA11 NA03 NA04 NA05
NB06 NB18 NC04 NC08 ND05
ND12 ND15 ND22 ND24 ND41
NE16 NE17 NE19 NE23 PA07Z
PA10Z PA11Z PE01Z PE03Z
PE08Z PE10A PE10Z PF16Z
PG01Z

THIS PAGE BLANK (USPTO)